

أطلس العالم الكبير

مغامرات مُشوّقة في الجغرافيا



تلفون: ٢٠٣٩٦٢ - ١ - (٩٦١) - ٢٠٣٩٥٨ - ٣ - (٩٦١)
خليوي: ٦٠٥٨٢٨ - ٣ - (٩٦١)
فاكس: ٢٠١٧٠٤ - ١ - (٩٦١) ص.ب.: ١٦٧٠٦٤ بيروت - لبنان
Internet: www.LITTLES LIBRARY.com.lb
E-Mail: LITTLES LIBRARY@LITTLES LIBRARY.com.lb

® جميع الحقوق محفوظة. يمنع نسخ أو اقتباس أي جزء من هذا الأطلس أو تخزينه في نظام معلومات استرجاعي أو نقله بأي شكل أو أية وسيلة، الكترونية أو ميكانيكية أو بالنسخ الفوتوغرافي أو التسجيل أو غيرها من الوسائل، دون الحصول على إذن خطي مسبق من الناشر.
مسجل في وزارة الاقتصاد والتجارة - حماية الملكية - تحت رقم ١٦٤٥
طبع بتاريخ ١٥/٤/١٩٩٩

جميع الرسوم والصور والخرائط أُخذت من أرشيف «مكتبة الصغار»

PC CD-ROM



أطلس العالم الكبير



الناشر مؤسسة منصور باللغة العربية
تسأل عن شتى مواضيع جغرافيا مشوّقة
الأرض بمختلف أقاليمها وبلدانها
مكتبة تحتوي الكثير من المعلومات المفصلة
الهامة حول الكون والحياة



www.as2093.com

المقدمة

الجغرافيا

الجغرافيا هي دراسة التغير المكاني Spatial Variation الطاريء على سطح الأرض وعلى علاقة الإنسان بمحيطه. ومن المواضيع التي تخطي باهتمام أساسي من قبل الجغرافيين، العلاقات المتبادلة بين المناخ والتضاريس والحياة النباتية وأصناف التربة والسكان والنشاطات الاقتصادية والوحدات السياسية، وذلك على صعيد العالم بأسره أو على نطاق أضيق مساحة. فالجغرافيا فرع من فروع المعرفة، معقد إلى حد كبير؛ ويمكن تقسيمه إلى عدد كبير من الحقول المتخصصة. فالجغرافيون يهدفون إلى شرح مواقع عناصر عدة في البيئة، وإلى وصفها. ويعتمد الجغرافيون أيضاً إلى تحليل العمليات التي تولد هذه الأنماط وتغيرها. وإحدى أبرز الوسائل لتحقيق هذه الأهداف، هي الخريطة التي يعتبرها كل جغرافي أداة بحث لا يمكن الاستغناء عنها، إضافة إلى كونها صورة بصرية مهمة جداً.

تاريخ الجغرافيا وتطورها الجغرافيون الأوائل

يعتبر البعض الجغرافيا أحد أقدم فروع المعرفة الأكاديمية. ويمكن تتبع فروع المعرفة التي مهدت للجغرافيا الحديثة، بالعودة إلى اليونان القديمة حيث شاع فرعان من المعرفة، عُرفا بالتاريخ الطبيعي والفلسفة الطبيعية. والجغرافيون اليونانيون القدماء، بمعظمهم، مثل طاليس المايلاي Thales of Miletus [القرن السادس قبل الميلاد] وهيرودوتس [القرن الخامس قبل الميلاد] كانوا فلاسفة أو مؤرخين. وقد اشتقت كلمة جغرافيا من اللغة اليونانية، فهي تعني «وصف الأرض». وقد نالت البيئة الطبيعية ومواقع الظواهر الطبيعية أهمية قصوى لدى اليونانيين.

وقد سيطر اليونانيون على معظم العالم الغربي المعروف آنذاك، لا سيما الحوض الشرقي للبحر المتوسط. فقد تمكروا غاب هذه المنطقة البحرية، بحثاً عن الامكانيات التجارية وعن أراض جديدة يمكن استعمارها. وكانت سماء المتوسط الصافية شرطاً هاماً للسفر البحري لدى البحارة اليونانيين الأوائل. ومن أهم العوامل التي ساهمت في تطور الجغرافيا، الملاحظات التي دوّنها اليونانيون والأفكار التي تركوها للأجيال التالية. ومن الدراسات الهامة التي تركها اليونانيون، ما كتبه حول نهر النيل في مصر، ووصفهم فيضانه السنوي والتطورات التي طرأت على دلتاه. وفي أواسط القرن الخامس قبل الميلاد، صعد هيرودوتس إلى أبعد شلالات النهر، وكتب وصفاً للنهر، ثم وضع نظرية حول مصدره.

ووضع اليونانيون ملاحظات عن كوكب الأرض إجمالاً. وتعود أول إشارة إلى أنّ الأرض كروية، إلى أرسطو [القرن الرابع قبل الميلاد]، وقد وصل إلى هذا الاستنتاج مستخدماً التعليل الفلسفي والملاحظات الفلكية. وقد ناصره في ذلك إراتوستينيس Eratosthenes، مدير مكتبة الاسكندرية، في كتابه «حول قياس الأرض»، الذي وضع فيه قياساً لحيط الأرض اعتماداً على قياس لقوس محدود من أقواس

خطوط الطول. وقد طور الفلكي هيباركوس الرودوسي Hipparchus of Rhodes [القرن الثاني قبل الميلاد] نظاماً لتحديد المواقع، قائماً على رسم خطوط وهمية على سطح الأرض، وتعتبر خطوطه الأسس التي بُنيت عليها خطوط الطول وخطوط العرض المعاصرة.

تحفظ تراث الجغرافيين اليونانيين في العالم العربي. فقد تُرجمت كل أعمال بطليموس إلى العربية. لكن الجغرافيا مزّت بفترات تراجع؛ فبعد العام ٩٠٠ بعد الميلاد تقريباً، لم تعد خطوط الطول وخطوط العرض تُستعمل على الخرائط. ومع ذلك، ساهم العرب بتعميق المعرفة الجغرافية بأرجاء العالم. فقد وضع الإدريسي، في القرن الثاني عشر، نظاماً منقحاً لتصنيف المناخ، كما دحض الرحالة الكبير ابن بطوطة، في القرن الرابع عشر، خلال رحلاته إلى أفريقيا وآسيا، نظرية أرسطو القائلة إنّ مناطق العالم الحارة لا يمكن أن يقطنها البشر بسبب قساوة ظروفها المناخية. وفي القرن نفسه، وضع ابن خلدون دراسة تاريخية جغرافية هامة.

عصر الاكتشافات

لم يبدأ الاهتمام الفعلي باستكشاف العالم والوصف الجغرافي ورسم الخرائط إلا في عصر النهضة، في أواخر القرن الخامس عشر، على أيدي بارتولوميو دياز وكريستوفر كولومبوس اللذين أسسا لما يسمى عصر الاكتشافات.

وفي العام ١٥٠٧، وضع راسم الخرائط الألماني مارتن والديسمولر Martin Waldseemuller [حوالي ١٤٧٠ - ١٥٢١] خريطة للعالم دلت بوضوح على كل من الأميركتين. وفي هذه الخريطة، استخدم اسم أميركا للمرة الأولى للإشارة إلى العالم الجديد. وبعد ١٥ سنة، دار فريق من الملاحين بقيادة فرديناند ماجيلان حول الكرة الأرضية، فبرهنوا بذلك على كروية الأرض. وقد ساهمت هذه المعلومة في إضفاء المزيد من الدقة على القياسات والملاحظات، ما قدّم الكثير من العون لراسمي الخرائط، لا سيما الهولندي جيراردوس مركاتور، الذي نشر سلسلة خرائط ضاهت سابقاتها من ناحية الدقة. ومن خرائطه، الخريطة الملاحية الشهيرة المنشورة في العام ١٥٦٩، والتي أطلقت استخدام الإسقاط المعروف بالإسقاط المركاتوري والذي جعل خطوط الطول وخطوط العرض تتقاطع على زوايا قائمة.

وقد انبثقت الجغرافيا علماً أكاديمياً على أيدي برنهاردوس فارينوس [١٦٢٢ - ١٦٥٠]، واضع كتاب «الجغرافيا العامة» في سنة ١٦٥٠ ومؤسس مبادئ الجغرافيا الموضوعية والجغرافيا الماطقة. فقد درس توزع المواضيع، لا سيما الطبيعية كالرياح والبحار، على سطح الأرض؛ وحاول الربط بين أسبابها ونتائجها. وقد هيمنت أفكاره على حقل الجغرافيا لقرن ونصف قرن تقريباً. ومع أنّ بعض فلاسفة القرن الثامن عشر وكتابه الباحثين، أمثال كانت وجوته ومونتسكيو، اهتم بالقضايا الجغرافية التي تُعنى بالإنسان، إلا أنّ الجغرافيا وتطوّرها أصابها الجمود مع حلول القرن التاسع عشر، حين بات العلماء يخلطون بين الجغرافيا والجيولوجيا.



٢. الجغرافيا الحيوية Biogeography، أو الجغرافيا

البيئية Ecogeography، التي تعنى بدراسة التوزيع النباتي والحيواني. وترتبط الجغرافيا النباتية Phytogeography والجغرافيا الحيوانية Zoogeography بعلم البيئة الأحيائي Ecology الذي يركّز على دراسة علاقة النباتات والحيوانات مع بيئاتها.

٣. علم المناخ Climatology الذي يتفحص توزّع الأنماط المناخية وتغيّراتها الموسميّة والعمليات التي تشكل هذه الأنماط.

الجغرافيا البشرية

تُعنى الجغرافيا البشرية Human Geography بالتوزّعات المكانية المتغيرة للبشر ونشاطاتهم، وتفاعليهم وهذه النشاطات مع المحيط الطبيعي. ويعتمد هذا العلم على العلوم الاجتماعية المرتبطة به، لكنّه يركّز بشكل خاصّ على التحليل والوصف المكانيين. ويُقسم إلى الفروع الثانوية التالية:

١. الجغرافيا السكانية Population Geography التي تركّز على دراسة أعداد الناس وتوزّعهم وأنماط التوزّع المتغيرة.

٢. الجغرافيا الاقتصادية Economic Geography التي تعالج مواقع النشاطات الاقتصادية، وتحلّل أسباب اختيار هذه المواقع. ويشمل هذا الفرع الثانويّ الجغرافيا الزراعية Agricultural Geography والجغرافيا الصناعية Manufacturing Geography وجغرافيا النقل Transportation Geography.

٣. الجغرافيا التاريخية Historical Geography التي تُعنى بالخرائط الحالية أو المناطقية التي عاش فيها الناس قديماً، وهي تعمل على تقويم الحوادث التاريخية ودور المحيط الطبيعي في حدوثها.

٤. الجغرافيا السياسية Political Geography التي تهتمّ بدراسة وحدات الحكم القائمة في المناطق الطبيعية. وهي تشمل الدراسة المناطقية لوحدة سياسية معينة، أو تأثير الظواهر السياسية في منطقة ما.

٥. الجغرافيا المدينية Urban Geography التي تحلّل نشأة المدن ونموّها، إضافة إلى الترتيب المكاني داخلها. والكثير من الوسائل الإحصائية الحديثة المستخدمة في الجغرافيا المعاصرة، دخل إلى هذا العلم بفضل علماء الجغرافيا المدينية.

يقدم هذا الأطلس الجغرافي الكبير، الكثير من المعلومات التي ورد ذكرها أعلاه، مع خريطة تفصيلية طبيعية وخريطة سياسية لكلّ دولة، تليها خرائط بيانية لمناطق المعادن والصناعة والزراعة. أما الصور فهي معبّرة جداً لجميع المراحل الجغرافية المذكورة في الأطلس، بدءاً من الانفجار الكبير... وصولاً إلى الكون والمجرات والمجموعة الشمسية الخ... كلّ هذه الوسائل الإيضاحية يساعد القارئ الكريم على تقصّي الحقائق الجغرافية، وينتهي فيه حبّ استطلاع ما يدور حوله في الفضاء الخارجي، واكتشاف علاقة الانسان بمحيطه.

أخيراً، إنني أهدي هذا الأثر العلمي «أطلس العالم الكبير»، إلى حفيدي طارق بك، أطال الله في عمره.

ش. بدران

مؤسّسو الجغرافيا الحديثة

تجددت، في القرن التاسع عشر، المحاولات الهادفة إلى تطوير الجغرافيا وتحويلها إلى علم وصفيّ Descriptive Science. ومن المساهمات في هذا الاتجاه، أعمال الجغرافيين الألمان ألكسندر فون هامبولدت وكارل ريتز وفريدريتش راتزل. ويشار إلى هامبولدت وريتز أحياناً، على أنّهما مؤسّسا الجغرافيا العلميّة الحديثة، مع أنّهما لم يتخصّصا في الجغرافيا. فهامبولدت وضع أسس الجغرافيا النباتية، وأجرى أبحاثاً في أوروبا وأميركا الجنوبية وأميركا الوسطى وروسيا الآسيويّة، قبل أن يضع عمله المميّز المؤلّف من خمسة أجزاء، والمسمّى «الكون» Kosmos [١٨٤٥ - ١٨٦٢]. ويُعتبر هذا الكتاب ملخصاً لقوانين الكون الطبيعي وظروفه وشرحاً لها، رغم اصطباغه بطابع الفلاسفة الإنسانية التي طبّعت أعمال هامبولدت.

في الولايات المتحدة، لم يهتمّ باحثو الجامعات بالجغرافيا حتى نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين.

شهدت الستينات تغييراً أساسياً طرأ على منهج البحث الجغرافي. فالرغبة في إضفاء المزيد من الطابع العلميّ على الجغرافيا، أو على الأقلّ جعلها مقبولة أكثر من ذي قبل في الأوساط الأكاديمية، أدت إلى استخدام الوسائل الإحصائية. فالتحليل الموقعيّ أو المكانيّ، وهو الاسم الذي أطلق على هذا الجانب الجديد من جوانب الجغرافيا، يهدف إلى تحليل العوامل المتحكّمة بالتنظيم المكانيّ البشريّ وشرح هذه العوامل، وذلك بوسائل ونماذج إحصائية.

وقد استخدم الجغرافيون الإحصائيات قبل الستينات. ففي العشرينات والثلاثينات، استخدم الجغرافيان، تورستن هاجرسترواند في السويد ووالتر كريستالر في ألمانيا، تقنيّات إحصائية. لكنّ النموّ الهامّ في المنهج الإحصائيّ، لم يحصل قبل حلول الستينات.

ومنذ نهاية الستينات، ظهرت تقنيّات جديدة، وساعدت الجغرافيين في عملهم في تحليل المعلومات الجغرافية. وساهم تطوّران رئيسيان في تطوّر الجغرافيا، وهما الحواسيب (الكمبيوترات) الإلكترونيّة والصور المأخوذة للكرة الأرضية من الأقمار الصناعيّة.

الجغرافيا المناطقية

تهتمّ الجغرافيا المناطقية بكافة الجوانب المتعلّقة بمنطقة صغيرة نسبياً، وتقارن تلك المنطقة بمناطق أخرى. ويمكن تعريف منطقة ما، بحسب المعايير الطبيعيّة أو الاجتماعية - السياسية. وهكذا يمكن وصف منطقة ما، بأنّها تتلقّى ١٠٠ ملم من المطر، أو أقلّ من ذلك، في العام، أو بأنّ سنّ أكثر من ٥٠% من سكّانها تقلّ عن ١٥ سنة.

الجغرافيا الطبيعيّة

تُعنى الجغرافيا الطبيعيّة بدراسة الشّروط والعمليات الطبيعيّة السائدة على سطح الأرض والنباتات المكانية. وتشمل الفروع الثانوية التالية:

١. علم تضاريس الأرض الذي يهتمّ بدراسة التكوينات الأرضيّة، أي معالم الأرض البارزة، ويتفحص أصولها وتطوّرها. ويُعدّ هذا العلم جسراً بين الجغرافيا والجيولوجيا.



القنوات والمجاري المائية.

الصخور أو النيازك بجانب الأرض



الفهرس العام

٤	المقدمة	١٥٨	الرياح
٢٨	الكون	١٥٩	الإعصار القمعي
٣٢	الجسم الطائر غير معروف الهوية (UFO)	١٦٠	الإعصار الحاروني
٣٤	المجاذبية	١٦٠	السماء
٣٥	المركز	١٦٠	العاصفة الثلجية
٣٧	الثقب الأسود	١٦١	المسح الجوي
٣٨	المجرة	١٦١	علم الخرائط
٣٨	الضوء/قياس الضوء	١٦٦	المحيطات
٣٩	السحابتان الماجيلايتيان	لوحة رقم ٢	
٤٠	السديم	١٦٨	المحيطات
٤٢	مجرة درب اللبانة	١٧٥	التيارات البحرية
٤٣	النجم	١٧٦	المدّ والجزر في المحيطات
٤٨	التوجيه	١٧٦	البحر المتوسط
٤٩	البوصلة	١٧٨	المناخ والتيارات البحرية
٥١	الكواكب	لوحة رقم ٣	
٥٨	النظام الشمسي	١٨٠	المناخ
٦٢	الحسوف والكسوف	١٨٣	الأنهار
٦٣	دائرة البروج	١٩٢	المجلدة أو نهر الجليلد
٦٣	الطفافة، الهالة	١٩٤	البحيرات
٦٤	الأثر النيزكي	١٩٨	الأرض الرطبة
٦٦	المذنب	١٩٨	المستنقعات
٦٧	القمر	٢٠٠	الشلال
٧٢	منذ ملايين السنين، كان طول اليوم	٢٠٠	قوس قزح
١٨ ساعة		٢٠٢	الجبال
٧٣	السفر في الفضاء	٢١٠	الوادي
٧٩	استكشاف الفضاء	٢١١	الجزر
٨٧	العصور الجيولوجية و جيومورفولوجية الأرض	٢١٦	الشعب المرجانية (الحيد البحري المرجاني)
٩٦	الدينوصورات (حيوانات ما قبل التاريخ)	٢١٨	النشاط الاقتصادي
١٠٣	التسلسل الجيولوجي	لوحة رقم ٤	
١٠٤	الجيولوجيا	٢٢٠	الزراعة
١٠٥	نشوء القارات	٢٢٩	الغذاء
١٠٦	تكوينية الصفائح	٢٣٥	التربة
١٠٨	الخنق	٢٣٩	المرج
١١٠	مورفولوجية الأرض	٢٤١	الأرض العشبية
	لوحة رقم ١	٢٤٣	الغابة
١١٢	أنواع الجيولوجيا	٢٥٧	التندرة
١١٦	التجوية والتعرية	٢٥٩	الصحاري
١١٩	عجائب العالم الطبيعية السبع	٢٦٢	علم الاقتصاد
١١٩	الفوهة	٢٦٤	الصناعة
١٢٠	البراكين	٢٦٨	مصادر الطاقة
١٢٩	الزلازل	٢٦٩	الفحم
١٣١	التسونامي	٢٦٩	الطاقة الذرية
١٣٢	صدع سان أندرياس	٢٧٥	النفط
١٣٥	الصدع	٢٩١	النقل والإتصال
١٣٧	مجموعة صدوع شرق أفريقيا	٢٩٥	التجارة
١٤٠	الحمة Geyser	٢٩٦	كثافة السكان في العالم
١٤١	سرعة دوران لبّ الأرض الداخلي أكبر	لوحة رقم ٥	
	مقارنةً بالغلاف وقشرة الأرض	٢٩٨	السكان
١٤٥	الأرض	٣٠٢	مشاكل المدن
١٥٠	خطوط العرض وخطوط الطول	٣٠٣	العرق
١٥٢	المحور	٣٠٨	التلوث البيئي
١٥٣	الإعتدال	٣١٤	طبقة الأوزون
١٥٥	التساقط	٣١٦	أعلام الدول
١٥٦	البرق	٣١٨	دول الكرة الأرضية
١٥٧	الرعد	لوحة رقم ٦	



الدول العربية

٤٤١	منطقة بحر المانش والبلاد المنخفضة
	السياسية - خريطة رقم ٣٦
٤٤٤	اسكندنافيا وإيسلاندا الطبيعية
	خريطة رقم ٣٧
٤٤٦	اسكندنافيا وإيسلاندا السياسية
	خريطة رقم ٣٨
٤٥٠	أوروبا الوسطى الطبيعية - خريطة رقم ٣٩
٤٥١	أوروبا الوسطى السياسية - خريطة رقم ٤٠
٤٥٦	أوروبا الجنوبية الشرقية الطبيعية
	خريطة رقم ٤١
٤٥٨	أوروبا الجنوبية الشرقية السياسية
	خريطة رقم ٤٢

روسيا

٤٦٣	أوراسيا الشمالية - خريطة رقم ٤٣
٤٧٥	المنطقة القوقازية - خريطة رقم ٤٤
٤٧٦	منطقة البلطيق - خريطة رقم ٤٣
٤٧٧	منطقة الأورال - خريطة رقم ٤٤

أميركا الشمالية

٤٧٨	أميركا الشمالية الطبيعية - خريطة رقم ٤٥
٤٨٥	أميركا الشمالية السياسية - خريطة رقم ٤٦
٤٨٨	كندا - خريطة رقم ٤٧
٤٩٠	ألاسكا - خريطة رقم ٤٨
٤٩٢	الولايات المتحدة الأميركية
	خريطة رقم ٤٩
٥٠٠	المكسيك - خريطة رقم ٥٠
٥٠١	الأنتبيل - خريطة رقم ٥١

أميركا الجنوبية

٥٠٨	أميركا الجنوبية الطبيعية - خريطة رقم ٥٢
٥١٤	أميركا الجنوبية السياسية - خريطة رقم ٥٣
٥١٩	جويانا فينزويلا وكولومبيا - خريطة رقم ٥٤
٥٢٢	البرازيل ودول الأند الوسطى
	خريطة رقم ٥٥
٥٢٩	التشيلي والبلدان المنبسطة - خريطة رقم ٥٦

أوقيانيا

٥٣٤	المحيط الهادىء
٥٣٦	أوقيانيا الطبيعية - خريطة رقم ٥٧
٥٤٨	أستراليا - خريطة رقم ٥٨

المناطق القطبيّة

٥٥٠	قارة القطب الشمالي (أركتيكا)
٥٥٣	المناطق القطبية الشمالية الطبيعية
	خريطة رقم ٥٩
٥٥٥	المناطق القطبية الجنوبية - خريطة رقم ٦٠
٥٥٦	قارة القطب الجنوبي (أنتاركتيكا)
٥٦١	فهرس أسماء الدول العربية
٥٧٦	فهرس أسماء الدول الأجنبية
٦٠٧	إرشادات عامة
٦٠٨	شرح علمي للمصطلحات الجغرافية

آسيا

٣٤٩	آسيا الطبيعية - خريطة رقم ٩
٣٥٦	آسيا السياسية - خريطة رقم ١٠
٣٦٢	المناطق الإيرانية القازوينية - خريطة رقم ١٢
٣٦٣	الهند - خريطة رقم ١٣
٣٦٦	الصين ومنجوليا - خريطة رقم ١٤
٣٧٢	اليابان - خريطة رقم ١٥
٣٧٦	اتحاد ماليزيا وأندونيسيا - خريطة رقم ١٦
٣٧٨	أندونيسيا والفيليبين - خريطة رقم ١٧

أفريقيا

٣٨٦	أفريقيا الطبيعية - خريطة رقم ١٨
٣٨٧	أفريقيا السياسية - خريطة رقم ١٩
٣٩٠	أفريقيا المتوسطية والصحراوية
	خريطة رقم ٢٠
٣٩٥	أفريقيا الشرقية - خريطة رقم ٢١
٣٩٧	أفريقيا الغينية - خريطة رقم ٢٢
٤٠٠	أفريقيا الإستوائية - خريطة رقم ٢٣
٤٠٦	أفريقيا الجنوبية - خريطة رقم ٢٤

أوروبا

٤٠٨	أوروبا الطبيعية - خريطة رقم ٢٥
٤١٦	أوروبا السياسية - خريطة رقم ٢٦
٤٢٢	إيطاليا الطبيعية - خريطة رقم ٢٧
٤٢٣	إيطاليا السياسية - خريطة رقم ٢٨
٤٢٦	شبه جزيرة إيبيريا الطبيعية - خريطة رقم ٢٩
٤٢٧	شبه جزيرة إيبيريا السياسية
	خريطة رقم ٣٠
٤٣٠	فرنسا الطبيعية - خريطة رقم ٣١
٤٣١	فرنسا السياسية - خريطة رقم ٣٢
٤٣٦	الجزر البريطانية الطبيعية - خريطة رقم ٣٣
٤٣٧	الجزر البريطانية السياسية - خريطة رقم ٣٤
٤٤٠	منطقة بحر المانش والبلاد المنخفضة
	الطبيعية - خريطة رقم ٣٥

أطلس لعالم الكبيّر

مُعَامَرَات مُشَوِّفَة فِي الْجُغْرَافِيَا

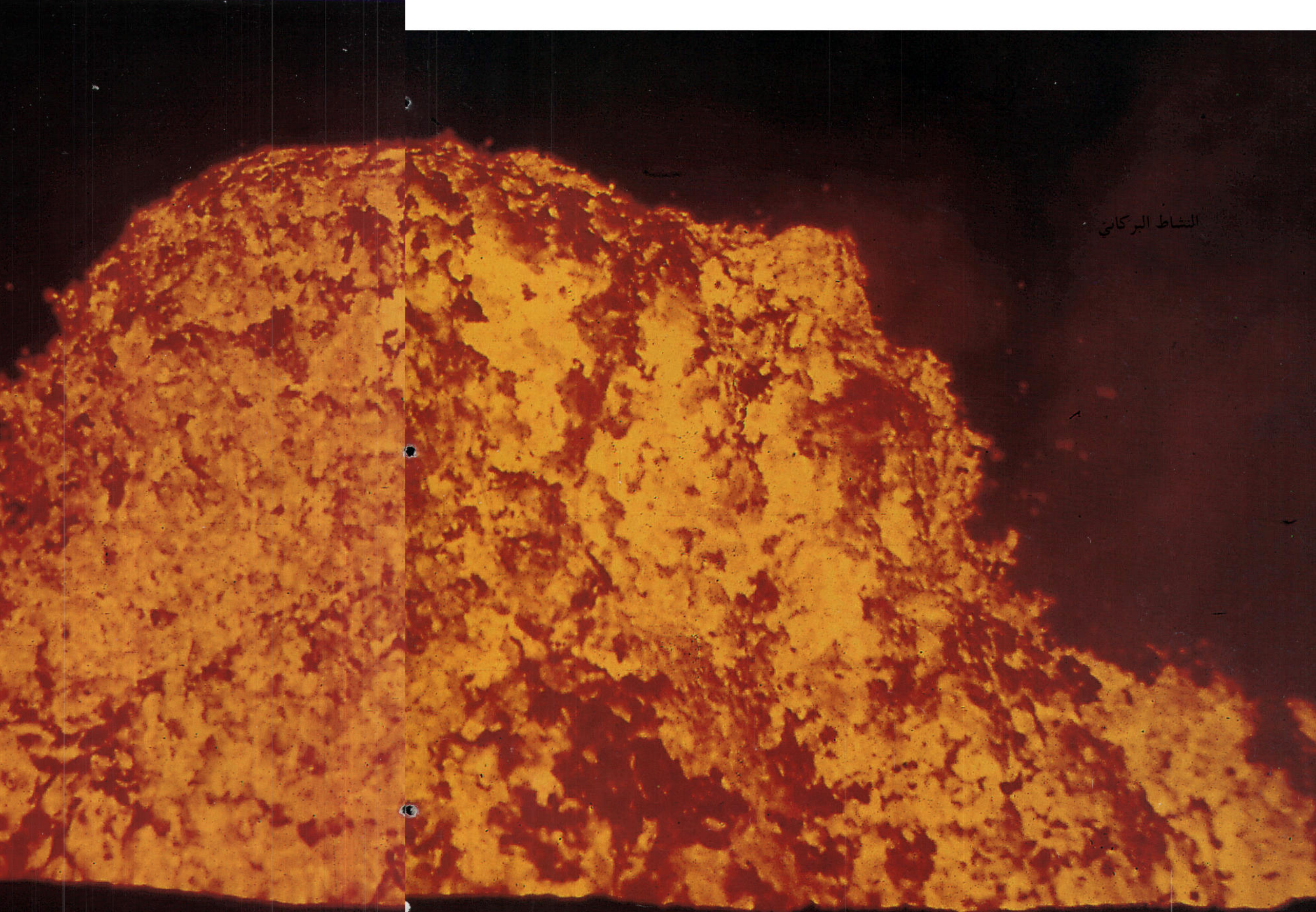
خزان مانيكوانلجان الكندي وهو سادس أكبر خزان مياه في العالم،
سعته ١٤١,٩٠٠ مليون متر مكعب، يستعمل للريّ ولتوليد الطاقة
الكهربائية. صورة أُخذت من الفضاء الخارجي

صورة مجرة درب اللبلنة، كما صورتها تلسكوب هابل



الولايات المتحدة: الكثبان الرملية في وادي الموت Death Valley





النشاط البركاني

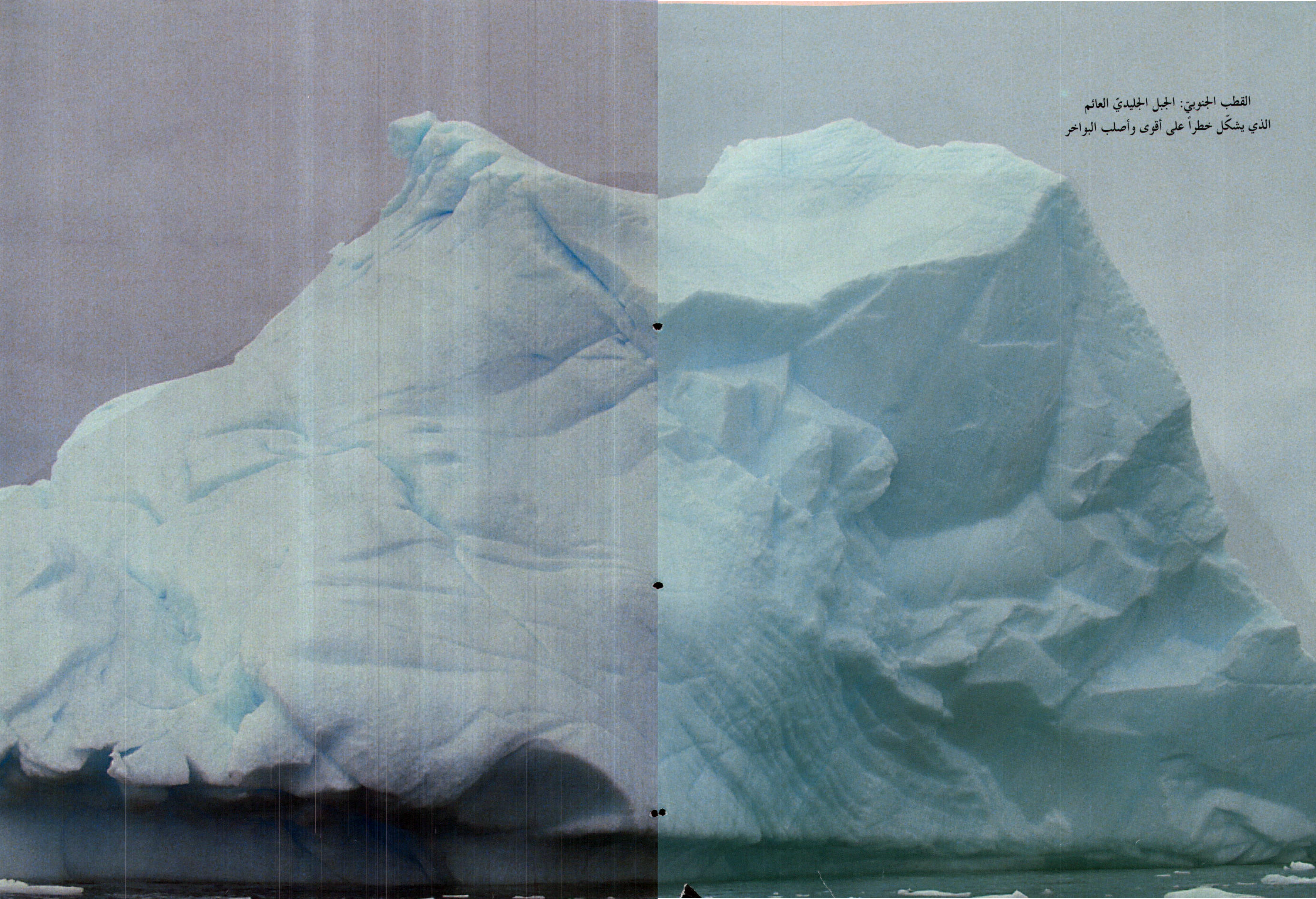
تكوّن جزيرة مالديف في المحيط الهادئ بفعل البراكين.
ومع مرور ملايين السنين، نمت الشعب المرجانية على أطراف الجزيرة

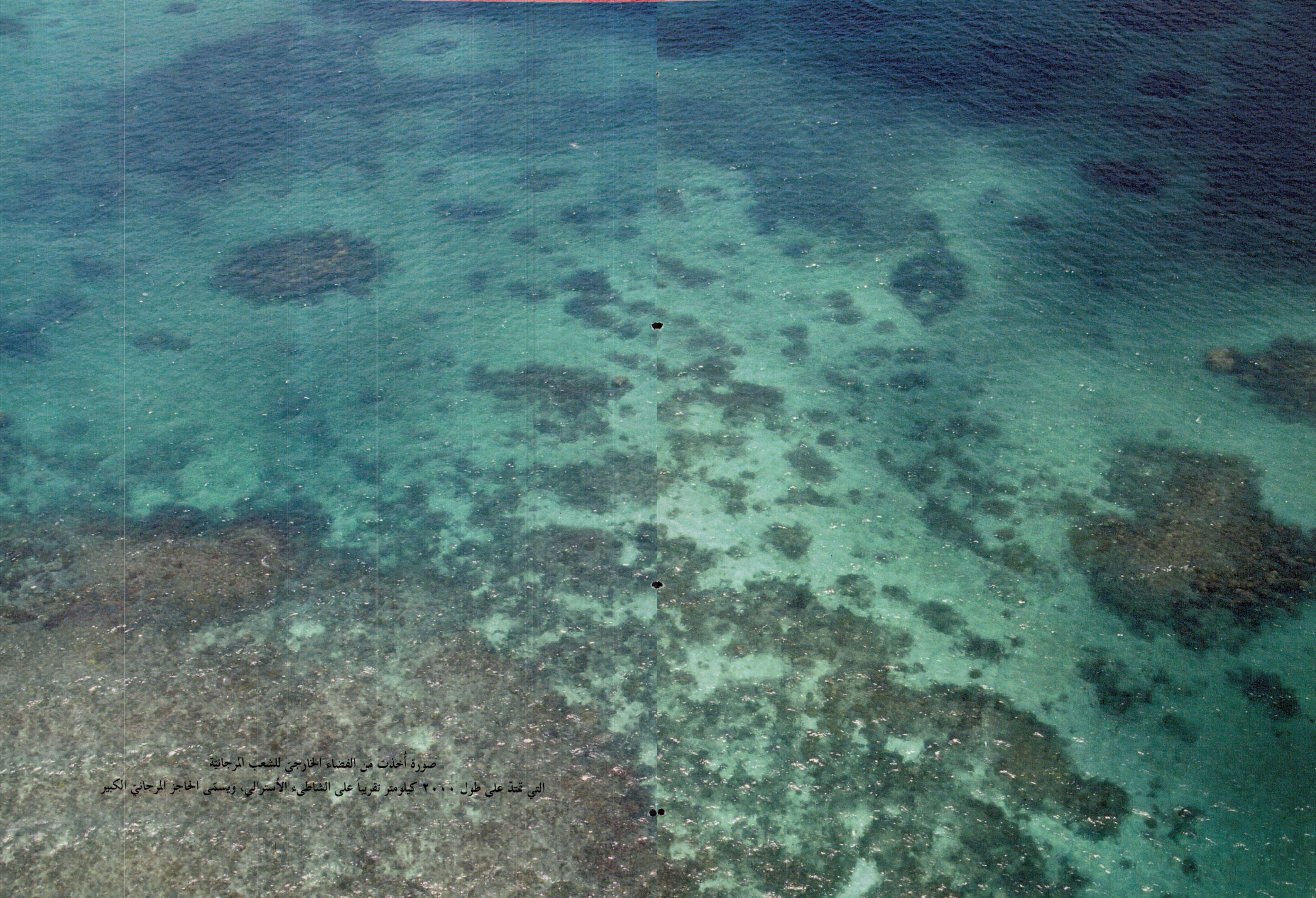




صورة معبرة عن الصدوع (تشقق الأرض)، وذلك بفعل قوة الزلازل

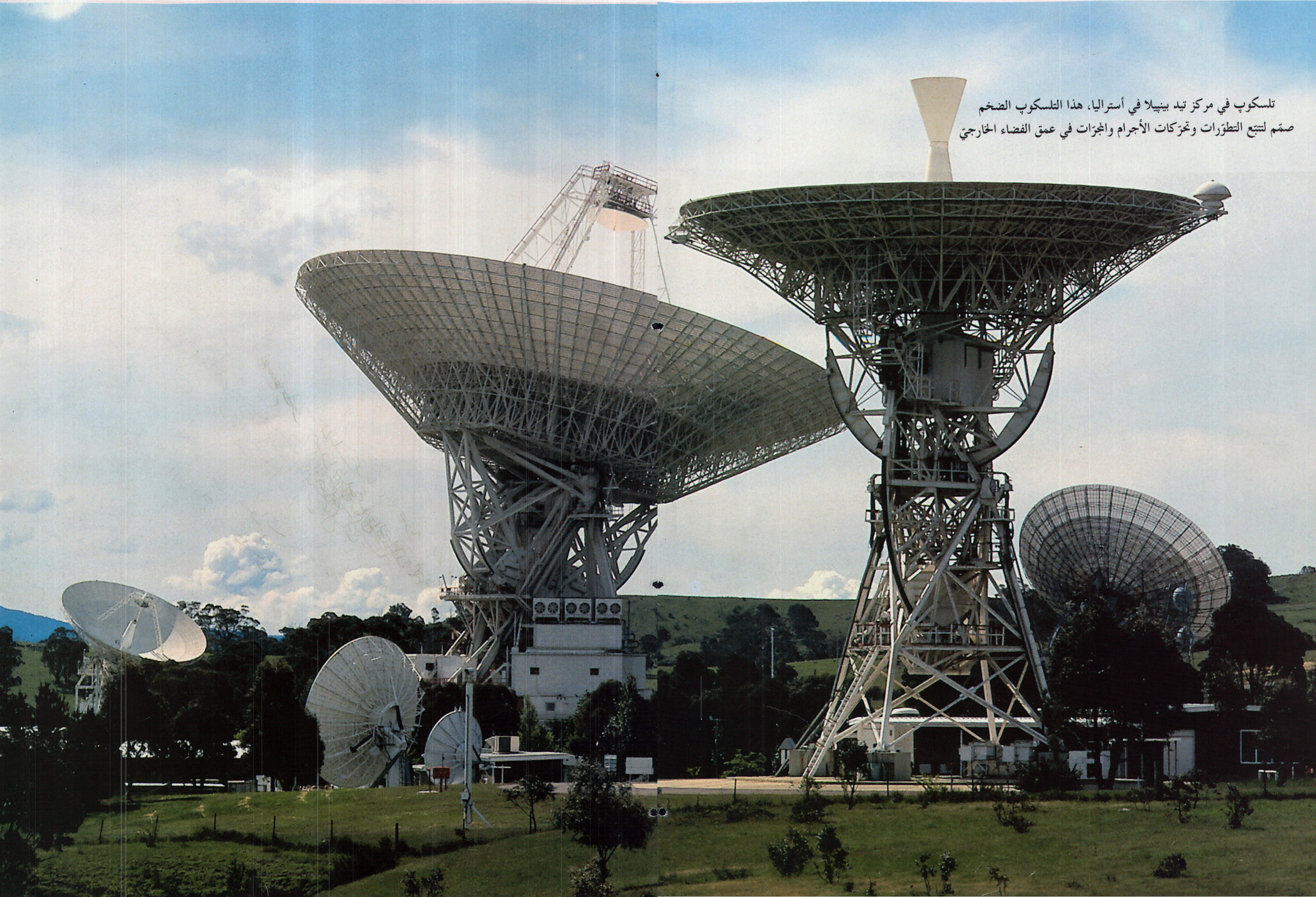
القطب الجنوبي: الجبل الجليديّ العائم
الذي يشكّل خطراً على أقوى وأصلب البواخر





صورة أُخذت من الفضاء الخارجي للشعب المرجانية
التي تمتد على طول ٢٠٠٠ كيلومتر تقريباً على الشاطئ الأسترالي، ويسمى الحاجز المرجاني الكبير

تلسكوب في مركز تيد بينيلا في أستراليا، هذا التلسكوب الضخم
صمم لتتبع التطورات وتحركات الأجرام والنجوم في عمق الفضاء الخارجي



الكون

يتألف الكون من جميع المادة والضوء وأشكال الإشعاع والطاقة الأخرى. ويتكوّن من كلّ ما يوجد في أيّ مكان من الفضاء والزمان.

ويشمل الكون الأرضَ وكلّ ما عليها، وكلّ ما في النظام الشمسيّ، وجميع النجوم، التي تشكّل الشمس واحداً منها. والشمس هي واحد من أكثر من ١٠٠ بليون نجم، تشكل معاً مجرةً لولبية عملاقة تُعرف بدرب اللبّانة. ويصل قطر درب اللبّانة إلى حوالي ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئية. والسنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة، أي حوالي ٩,٤٦ ترليون كيلومتر.

وتشير الدراسات على الفضاء البعيد والتي تُستخدم فيها التلسكوبات البصرية واللاسلكية، إلى أنّه قد يكون هنالك حوالي ١٠٠ بليون مجرةً في الكون الذي يمكن رؤيته. وتميل المجرات إلى التجمّع في مجموعات أو تكتلات، ويبدو بعض المجموعات متكتّلاً في مجموعات أكبر حجماً.

حجم الكون

لا أحد يعلم إذا كان الكون محدوداً في الحجم أم غير محدود. وتشكّل الأجرام الساطعة غير المألوفة المعروفة **بالنجوم الزائفة**، أبعد أجرام وُجدت في الكون حتّى اليوم. وتبيّن القياسات أنّ النجوم الزائفة توجد على مسافة ١٢ بليون إلى ١٦ بليون سنة ضوئية من الأرض.

ولا يستطيع العلماء تحديد بُعد النجم الزائف بدراسة سطوعه. لكنّهم يستطيعون تحديد بُعده بدراسة **زحزحته الحمراء**. فعندما يبتعد النجم الزائف - أو أي جسم يطلق الضوء - عن المراقب، يرى المراقب الضوء بأطوال موجية أكبر من الأطوال الموجية التي

قد يراها مراقب يتحرّك مع الجسم (الطول الموجي هو المسافة بين ذروتين موجيتين متتاليتين). ويُعرف التغير المشاهد في الطول الموجي بالزحزحة الحمراء. ويتوقّف مدى الزحزحة الحمراء على السرعة التي يبتعد بها الجسم عن المراقب. ويشهد جميع المجرات، إلّا أقربها إلينا، وجميع النجوم الزائفة زحزحة حمراء. ويفسر الفلكيون المقادير المتناسبة من الزحزحة الحمراء كدليل على تمدّد الكون، وابتعاد كلّ جزء من الكون عن كلّ الأجزاء الأخرى. وهذه هي إحدى المشاهدات الأساسية التي يجب تفسيرها بنظرية كونية ناجحة.

تغيّر النظرة إلى الكون

في العصور القديمة، اعتقد الناس أنّ الكون يتألف من مكان سكنهم والأمكنة البعيدة التي سمعوا بها والشمس والقمر والكواكب والنجوم. واعتبروا الأجرام السماوية آلهة وأرواحاً.

في سنة ١٥٤٣، تقدّم الفلكيّ والرياضيّ البولوني نيكولاس كوبرنيكوس بنظرية تقول إنّ الأرض، على غرار الكواكب الأخرى، تدور حول الشمس. وقد بيّن فلكيون لاحقون أنّ الشمس نجم نموذجي، وأنّ النجوم التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة تقع على بعد الكثير من السنوات الضوئية.

وأدّى اختراع التلسكوب والرقاقة الفوتوغرافية والمطياف (جهاز يحلّل الضوء) إلى تقدّم كبير في مجال الفلك. فقد سمح ذلك للفلكيّين باكتشاف أنّ الشمس تقع في درب اللبّانة. وحوالي سنة ١٩٢٠، أدرك الفلكيّون أنّ الكثير من البقع الضوئية غير الواضحة المعروفة بالشُدْم، والتي تبدو وكأنّها تتوزّع بين نجوم درب اللبّانة، هو في الحقيقة مجرات أخرى. ويقع الكثير من هذه المجرات على مسافات هائلة من درب اللبّانة. وأدّى اكتشاف الزحزحة الحمراء في المجرات البعيدة إلى وضع نظرية الكون

المتمدّد. وشكّل هذا الإكتشاف، أيضاً، أحد أسس **الكوزمولوجيا**، أو علم الكونيات، الذي يبحث في أصل الكون وبنية العائمة وعناصره ونواميسه.

النظريات الكوزمولوجية

يرتكز معظم النظريات الكوزمولوجية على فكرة تُعرف بالمبدأ الكوزمولوجي. وتقول هذه الفكرة إنّه، في أيّ وقت كان، يكون أيّ جزء من الكون مشابهاً لأيّ جزء آخر من العمر نفسه. وتشكّل أيضاً نظرية النسبية العامة التي جاء بها ألبرت أينشتاين، جزءاً من الأساس الذي تركز عليه النظريات حول سلوك الكون. وترتكز نظرية أينشتاين بدورها على مبدئين اثنين: ١) لا يمكن أن تنتقل أيّة إشارة بسرعة أكبر من سرعة الضوء (٢) تكون قوانين الفيزياء هي نفسها في جميع أنحاء الكون.

وقد أدّت هذه النظريات إلى خلق نماذج (أو صاف رياضية) تمثّل الكون بوصفه متمدداً أو منقبضاً أو متذبذباً (تمتدداً ثم منقبضاً) أو ساكناً (لا يتمدداً ولا منقبضاً). ومن مراقبة الزحزحة الحمراء في المجرات البعيدة، استنتج العلماء أنّ الكون يتمدّد في الوقت الحاضر. لكنّ السلوك الإجمالي للكون في المستقبل سيتوقّف على كثافة المادة الموجودة حالياً في الكون.

فإذا افترضنا أنّ جميع المادة التي كشفها العلماء حتّى الآن في الكون هي جميع المادة الموجودة فعلياً في الكون، يكون متوسط كثافة الهيدروجين (العنصر الكيميائي الأكثر وفرة في الكون) ذرّة واحدة في كلّ ٧,٦ أمتار مكعبة من الفضاء. وفي هذه الشروط، يكون الكون «مفتوحاً». ووفقاً لنظرية أينشتاين، يكون للكون المفتوح حجمٌ لا محدود، ويحتوي على عدد لا محدود من ذرات الهيدروجين. وفي هذه الحالة، يستمرّ الكون بالتمدّد إلى ما لا نهاية، ويقترّب من كثافة معدومة في وقت لا محدود من المستقبل. وفي المستقبل البعيد، لا تبقى سوى المجرات التي تشكّل المجموعة المحلية الكبرى الواحدة

قرب الأخرى، فيما تراجع جميع المجرات الأخرى إلى مسافات كبيرة جداً. وفي مآل الأمر، تستنفد جميع النجوم جميع الطاقة التي تجعلها تسطع فتصبح مظلمة.

ومن ناحية أخرى، قد توجد كمّيات كبيرة من المادّة في شكل معيّن لم يُكشف بعد، وتُعرف هذه المادّة بالمادّة الداكنة. وإذا كان متوسط كثافة المادّة في الكون ١٠٠ ذرّة من الهيدروجين في كلّ ٧,٦ أمتار مكعبة، يكون الكون «مغلقاً»؛ ووفقاً لنظرية أينشتاين، يكون للكون المغلق حجمٌ محدود، ويحتوي على عدد محدود من ذرات الهيدروجين. وفي وقت ما من المستقبل، ربّما بعد ٢٠ إلى ٤٠ بليون سنة، يتوقّف تمدّد الكون، وتبدأ المجرات بالتجمّع من جديد وتقترّب المادّة من الكثافة المحدودة. ويمكن أن تلي هذا الإنهيار مرحلة أخرى من التمدّد، وهكذا دواليك إلى ما لا نهاية.

تقدّم بعض العلماء بنظريات حول الكون تركز على أفكار مختلفة تماماً. فعلى سبيل المثال، إنّ نظرية الحالة المستقرة تركز على فكرة أنّ كلّ جزء من الكون شبيه بسائر الأجزاء الأخرى في جميع الأوقات. ووفقاً لهذه النظرية، تُخلق المادّة بشكل متواصل، وتشكّل مجرات جديدة تحلّ مكان المجرات التي تراجعت إلى مسافات لا محدودة. ويعتقد علماء آخرون أنّ نظرية النسبية العامة التي وضعها أينشتاين ناقصة، وقالوا، مثلاً، إنّها في المرحلة الأولى من تطوّر الكون، شهد الكون فترة من التمدّد السريع تُعرف بالإنفخاخ.

ولا يعلم أحد أيّ هذه النظريات ستثبت صحتها، وقد تكون جميعها غير صحيحة. ويجب أن ينتظر العلماء حتّى يقطع الفلك الرصديّ والفيزياء النظرية أشواطاً أخرى من التقدّم والتطوّر. ومن المعلومات التي لا يزال يفتقر إليها العلماء، هنالك متوسط كثافة المادّة في الفضاء، وعمر النجوم الأقدم تكويناً، وسلوك الزحزحات الحمراء على المسافات الكبيرة جداً، وما إذا كانت نظرية أينشتاين صحيحة أم لا.

مرصد توسون في أريزونا لمؤسسة سميثسونيان، استعمل بشكل متطوّر في تلسكوب التكنولوجيا الحديثة، صمّم هذا التلسكوب بحيث تفوق قدرته على جمع الضوء، قدرة تلسكوب مرصد بالومار بعشرة أضعاف.





إيرلندا: منظر في مرتفعات وودكوك لالتقاط تحركات الأجسام الغريبة (UFO)
والموجات الراديوية واللاسلكية في الفضاء الخارجي

الجسم الطائر غير معروف الهوية (UFO)

إنَّ جميع الحضارات تقريباً التي دَوَّنت التاريخ قد سجلت رؤية أجسام وأضواء غريبة في السماء. وتُعرف اليوم الظواهر الطيرانية التي لا يمكن تفسيرها بالأجسام الطائرة غير معروفة الهوية Unidentified flying object (UFO) أو بالصحون الطائرة.

وقد تراوح وصف هذه الأجسام الطائرة من عجالات متوهجة إلى كرات ضوئية ملوَّنة أو أجسام بشكل سيجار أو قرص أو هلال. وحدثت إحدى أقدم المشاهدات المؤثقة للصحون الطائرة عام ١٥٦١ في نورمبرج في ألمانيا. ووصفت نشرة، صدرت في تلك السنة، ظهور كرات حمراء وزرقاء وسوداء أو صحون وصلبان وأنابيب تبدو أنها تتقاتل في ما بينها في السماء فوق المدينة.

وقد ظهرت عبارة «الصحن الطائر» للمرة الأولى سنة ١٩٤٧. فقد أخبر رجل أعمال أميركي يدعى كنيث أرنولد الصحفيين أنه في أثناء قيادته طائرة خاصة قرب جبل رينير في واشنطن، رأى تسعة أجسام طائرة فوق

الجبل في تشكيل معيَّن وبسرعة تتجاوز ٢٥٠٠ كيلومتر في الساعة. وأضاف أرنولد أنَّ هذه الأجسام تتحرك «كصحن يشب فوق صفحة الماء». وبعد ذلك، اختصر وصف أرنولد وأصبح تعبير الصحن الطائر يُطلق على جميع الأجسام الطائرة غير معروفة الهوية.

تملك حكومة الولايات المتحدة سجلات عن آلاف المشاهدات لأجسام طائرة غير معروفة الهوية، تشمل صوراً لصحون طائرة مزعومة ومقابلات مع أشخاص ادَّعوا أنهم رأوها. وبما أنَّ الصحن الطائرة قد اعتُبرت خطراً محتملاً على الأمن القومي، فقد لحظ، في بادئ الأمر، إطلاع الجمهور على التقرير الذي وُضع بهذه المشاهدات. وعندما سُمح بنشر التقرير في وقت لاحق، تبيَّن أنَّ ٩٠٪ من مشاهدات الصحن الطائرة قابلة للتفسير بسهولة.

وقد تبيَّن أنَّ معظم هذه المشاهدات هو أجرام سماوية، كالنجوم أو الكواكب الساطعة مثل الزهرة، أو ظواهر جويَّة كالشفق القطبي أو سقوط نيازك عبر الجو.

وثبت في النهاية أن الكثير من المشاهدات الأخرى هي بالونات للرصد الجوي أو أقمار اصطناعية أو أسراب من الطيور. وكثيراً ما

رافقت هذه المشاهدات أحوال جويَّة غير اعتيادية.

في سنة ١٩٤٨، بدأت القوَّات الجوية الأميركية بأول تحقيق رسمي بشأن الصحن الطائرة، وقد عُرف باسم Project Sign (مشروع العلامة) ودرس ٢٤٣ مشاهدة. ثم استُبدل هذا البرنامج بـ Project Grudge (مشروع الضغينة) الذي حقَّق في ٢٤٤ مشاهدة أخرى. وفي آذار ١٩٥٢، نظَّمت القوَّات الجوية أهمَّ تحقيق حول الصحن الطائرة أطلقت عليه اسم Project Blue Book (مشروع الكتاب الأزرق). وقد عمل في هذا المشروع عدد من العلماء، بينهم فيزيائيون ومهندسون وأرصاديون وفلكي واحد. وكان لـ«مشروع الكتاب الأزرق» ثلاثة أهداف رئيسية: تفسير جميع مشاهدات الصحن الطائرة التي تمَّ التبليغ عنها؛ وتقرير ما إذا كانت الصحن الطائرة تشكل خطراً على الأمن القومي للولايات المتحدة؛ وتحديد ما إذا كانت الصحن الطائرة تستعمل أي تكنولوجيا متقدمة قد تستفيد منها البلاد.

وفي أواسط الستينات، كثرت التقارير الواردة عن مشاهدة صحن طائرة. وللمرة الأولى، وصلت التقارير بانتظام من أماكن

خارج الولايات المتحدة تشمل كندا والاتحاد السوفياتي وأستراليا. وفي شباط ١٩٦٦، التأم هيئة جديدة للتحقيق في مسألة الصحن الطائرة. ومثل ممَّ سبقها من الهيئات، قرَّرت هذه الهيئة أنَّ السواد الأعظم من مشاهدات الصحن الطائرة هي إما ظواهر طبيعيَّة أو خدع.

وقد عارض بعض العلماء علناً النتائج التي توصَّلت إليها الهيئة. وأكَّدت هذه المجموعة من العلماء، التي شملت الأرصادي جيمس إ. ماكدونالد من جامعة أريزونا والفلكي ج. ألن هاينك من جامعة الشمال الغربي، أنَّ عدم إيجاد تفسير واضح لبعض مشاهدات الصحن الطائرة المؤثقة يشكِّل دليلاً قاطعاً على أنَّ كائنات فضائية قد زارت الأرض.

استقبل المجتمع العلمي التابع للاتجاه السائد رأي العلماء المعارضين ببرودة تامة. وفي سنة ١٩٦٨، طلبت القوَّات الجوية الأميركية من الفيزيائي ادوارد أ. كوندون من جامعة كولورادو ترؤس لجنة تدرس الفرضية القائلة بوجود كائنات فضائية. وقامت لجنة خاصة من الأكاديمية القومية للعلوم بمراجعة تقرير اللجنة النهائي «دراسة علمية للأجسام الطائرة غير معروفة الهوية»، الذي يشمل تحقيقات مفصلة حول ٥٩

مشاهدة لصحون طائرة، ونُشر التقرير في أوائل سنة ١٩٦٩. أجرى العلماء السبعة والثلاثون الذين شاركوا في وضع التقرير مقابلات مع أشخاص زعموا رؤية صحن طائرة ودرسوا الأدلة المادية والفوتوغرافية. وقد خلَّص التقرير، الذي يُعرف أيضاً بتقرير كوندون، إلى أنَّه لا يوجد أي دليل على الإطلاق على تحكُّم كائنات فضائية بالصحون الطائرة، وأنَّه لا حاجة إلى المزيد من الدراسات حولها.

واستناداً إلى توصيات تقرير كوندون، أوقف «مشروع الكتاب الأزرق» في كانون الأوَّل ١٩٦٩ بعد أن جمع ما يقارب ٨٠,٠٠٠ صفحة من المعلومات حول ١٢,٦١٨ مشاهدة وحدثاً تتعلَّق بالصحون الطائرة، وقد صُنِّفت جميعها في النهاية إما كـ «معروفة الهوية»، عند تطابقها مع ظاهرة فلكية أو جويَّة أو اصطناعية معروفة، أو كـ «غير معروفة الهوية» وتشمل الحالات التي كانت فيها المعلومات غير كافية.

ونجد التقارير الرسمية الوحيدة الأخرى (والكاملة نسبياً) في كندا، حيث نُقلت في سنة ١٩٦٨ من مصلحة الدفاع الوطني إلى المجلس الوطني الكندي للبحوث. وقد

شملت السجلات الكندية حوالي ٧٥٠ مشاهدة وحدثاً في أواخر الستينات. وقد أبقى العلماء، في بريطانيا والسويد والدانمارك وأستراليا واليونان، على سجلات بمثل هذه المشاهدات، وإن كانت غير شاملة.

منذ إيقاف «مشروع الكتاب الأزرق»، لم تنشئ حكومة الولايات المتحدة أية برامج رسميَّة أخرى لدراسة الصحن الطائرة. ولكن، في سنة ١٩٧٣، أنشأت مجموعة من العلماء الأميركيين مركز دراسات الأجسام الطائرة غير معروفة الهوية (وقد أصبح اليوم مركز ج. ألن هاينك لدراسات الأجسام الطائرة غير معروفة الهوية، في شيكاغو). وهناك الكثير من المجموعات الخاصة المماثلة التي تواصل دراسة هذه الظاهرة.

وفقاً للدليل الذي نشرته القوَّات الجوية الأميركية حول الموضوع، فإنَّ صدق الشهود وامكانية الاعتماد على أقوالهم هما من الاعتبارات الأساسية في مشاهدات الصحن الطائرة. ومن الاعتبارات الهامة الأخرى، هناك أيضاً عدد الشهود وطول المدة التي شاهدوا خلالها الصحن الطائر

وتُعدهم عنه والأحوال الجوية التي كانت سائدة وقت المشاهدة. ومن السمات الشائعة في التقارير حول الصحن الطائرة، تأكيد الشهود في الكثير من الحالات أنَّ الأجسام التي رآوها كانت مسيرة من قبل كائنات عاقلة. ويصل الناس غالباً إلى هذا الاستنتاج لأنهم يعتقدون، مثل كنيث أرنولد الذي رأى صحنوا طائرة فوق جبل رينير، أنهم يرون أجساماً تطير معاً ضمن مجموعات أو باتجاه جسم آخر، أو تغيَّر اتجاهها أو سرعتها بشكل مفاجيء.

لدى جميع الناس رغبة طبيعيَّة بتفسير وفهم كلِّ ما تراه عيونهم. ولهذا السبب، فإنَّ المشاهدات البصريَّة تكون عموماً الأقلَّ عولاً. فالعين البشريَّة المجردة يمكن أن تُخدع حتى درجة الهلوسة. وكثيراً ما يبدو الضوء الساطع، ككوكب الزهرة مثلاً، وكأنَّه يتحرك مع أنَّ تلسكوباً مثبتاً أو شاخص (قضيب) تسديد يُظهر أنَّها ثابتة. ولا يمكن أيضاً الوثوق بالتقدير البصري للمسافة لأنَّه يستند إلى حجم مفترض. ويمكن أن يخلق انعكاس الضوء على زجاج النوافذ أو النظارات مناظر متراكبة. ويمكن

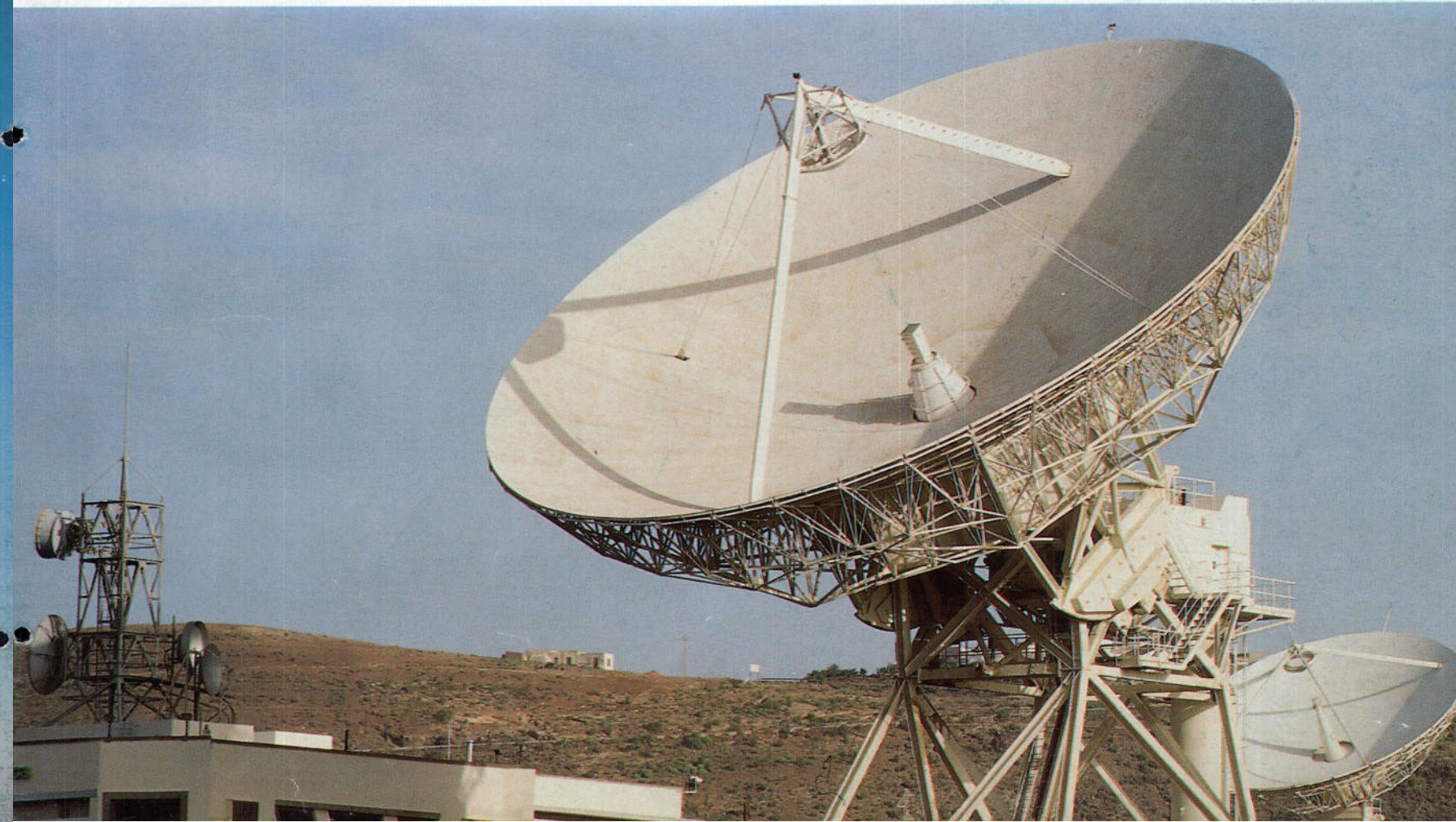
أن يحوِّل خلل أو علة في البصر مصادر الضوء النقطيَّة إلى أجسام شبيهة ظاهرياً بالصحون. وتشكِّل هذه الصور المضللة للبصر المترافقة برغبة في تفسير الصور البصريَّة، سبب الكثير من مشاهدات الصحن الطائرة المفترضة.

قد تكون المشاهدات بواسطة الرادار أجدر بالثقة في بعض النواحي، لكنَّها لا توفر المعلومات اللازمة للتمييز بين الأجسام الماديَّة والظواهر الطبيعية مثل الآثار النيزكية وآثار الغاز المؤيَّن Ionized Gas والمطر والتقطعات الحرارية. علاوة على ذلك، هناك الكثير من التأثيرات التي يمكن أن تعطي صدى رادارياً كاذباً: التداخل الإلكتروني، وانعكاس الضوء على طبقات جويَّة مؤيَّنة أو على الغيوم، وانعكاس الضوء على منطقة رطبة كالسحاب الركامي مثلاً. وقد تبيَّن أنَّ أحداث الاتصال المزعومة - التي تشمل أنشطة أخرى إلى جانب المشاهدة - ترتبط في معظم الحالات بالأحلام أو الهلوسة. وتتوقَّف مصداقية هذه التقارير إلى حدٍّ بعيد على وجود شاهدين مستقلَّين أو أكثر، ساعة حدوث الظاهرة.

مرصد دايون بيتش في فلوريدا لالتقاط الموجات الراديوية واللاسلكية



مرصد في جبل واشنطن لتلقّي المعلومات من الأقمار الصناعية عن تضاريس الأرض لصنع الخرائط



الجاذبيّة

الجاذبيّة هي قوّة التجاذب التي تعمل بين جميع الأجسام بسبب كتلتها، أي كمية المادّة التي تتكوّن منها. وبسبب الجاذبيّة، تُسحب جميع الأجسام الموجودة على الأرض أو قريبها باتجاه الكوكب. وتسمح الجاذبيّة بتماسك الغازات الحارّة في الشمس. كما أنّها تبقى الكواكب في مداراتها حول الشمس، وتبقي جميع النجوم في مجرتنا في مداراتها حول مركز المجرة. ويُعرف انجذاب جسم ما إلى الأجسام الأخرى القريبة منه بقوّة الجاذبيّة.

ومع أنه من السهل رؤية تأثيرات قوّة الجاذبيّة، فإنّ تفسير الجاذبيّة قد حيرَ الناس على مدى قرون. وقد علّم الفيلسوف الإغريقي القديم أرسطو أنّ الأجسام الثقيلة تقع بسرعة أكبر من الأجسام الخفيفة. وقد ظلّ هذا الرأي معتمداً بوجه عامّ على مدى قرون. ولكن في أوائل القرن السابع عشر، جاء العالم الإيطالي جاليليو بنظرة مختلفة إلى الجاذبيّة. واعتبر جاليليو أنّ جميع الأجسام تقع بالتسارع نفسه (تزايد السرعة) إلاّ إذا أبطأت مقاومة الهواء أو أيّ قوّة أخرى سقوطها.

درس الفلكيّون القدامى حركات القمر والكواكب. لكنّ هذه الحركات لم تفسّر بالشكل الصحيح حتّى أواخر القرن السابع عشر، عندما أثبت العالم الإنجليزي السير إسحق نيوتن وجود علاقة بين القوّة التي تجتذب الأجسام إلى الأرض والطريقة التي تتحرّك بها الكواكب. وبنى نيوتن نظريّته على الدراسة الدقيقة لحركات الكواكب التي قام بها فلكيّان عاشا في أواخر القرن السادس عشر وأوائل السابع عشر: الدانماركيّ تيكو براهيه والألمانيّ يوهانس كبلر. عندما كان نيوتن في الثالثة والعشرين من العمر، دفعه سقوط تفّاحة من شجرة أمامه، إلى التساؤل حول مدى عمل قوّة الجاذبيّة. وأدرك أنّ القوّة نفسها التي أسقطت التفّاحة من الشجرة تستطيع إبقاء القمر في مداره حول الأرض. واستناداً إلى القوانين التي اكتشفها كبلر، بيّن نيوتن أنّ جاذبيّة ثقل الشمس يجب أن تزايد مع المسافة.

واقترض أنّ جاذبيّة الأرض تتبع المنحنى نفسه. وحسب نيوتن، إنّ القوّة التي

تجتذب القمر إلى الأرض موجودة على سطح الأرض. وتبيّن أنّ هذه القوّة ماثلة للقوّة التي أكسبت التفّاحة تسارعها.

نظرية نيوتن للجاذبيّة

تنصّ هذه النظريّة على أنّ قوّة الجاذبيّة بين جسمين متناسبة (متصلة طرداً) مع قدر كتلتيهما؛ أيّ إنّهُ كلما كبرت أيّ من الكتلتين ازدادت القوّة الموجودة بين الجسمين. وتنطبق النظرية على الكتلة بدلاً من الوزن لأنّ وزن جسم على الأرض هو في الحقيقة قوّة جاذبيّة، وتكون للجسم نفسه أوزان مختلفة على كواكب مختلفة، لكنّ كتلته تبقى دائماً على حالها. وتقول نظرية نيوتن أيضاً إنّ قوّة الجاذبيّة متناسبة عكسياً مع مرّبع المسافة الفاصلة بين مركزيّ ثقل الجسمين. فعلى سبيل المثال، إذا تضاعفت المسافة بين الجسمين تصبح القوّة بينهما ربع القوّة الأصليّة.

نشر نيوتن نظريّته حول الجاذبيّة في سنة ١٦٨٧. وحتى أوائل العشرينات، لم يشاهد العلماء سوى ظاهرة واحدة لا تتفق مع تنبؤات نظرية نيوتن وهي حركة كوكب عطارد، إلاّ أنّ هذا التعارض يبقى ضئيلاً جداً.

نظرية أينشتاين للجاذبيّة

في سنة ١٩١٥، أعلن الفيزيائيّ الألمانيّ الأصل ألبرت أينشتاين نظريّته حول الجاذبيّة، وهي نظرية النسبيّة العامّة. والفكرة الأساسيّة في النسبيّة العامّة تقول إنّ الجاذبيّة هي تأثير لانحناء أو انحراف الحيز والزمن.

ومع أنّ نظرية أينشتاين حثّمت تغييراً كاملاً في الأفكار حول الجاذبيّة، فقد وسّعت نظرية نيوتن ولم تعارضها. وفي معظم الظروف، أعطت نظرية أينشتاين نتائج لم تختلف إلاّ بشكل ضئيل عن النتائج التي تمّ التوصل إليها استناداً إلى نظرية نيوتن. وعندما استُعملت نظرية أينشتاين لحساب حركة عطارد، تطابقت الحسابات تماماً مع حركات الكوكب المشاهدة. وكان ذلك أول إثبات على صحّة نظريّته.

وترتكز نظرية النسبيّة العامّة على افتراضين إثنين. الافتراض الأول هو أنّ الفضاء والزمان ينحرفان أيّما وجدت مادة أو طاقة. وأعطى أينشتاين معادلات تصف هذا الانحراف بدقّة. والافتراض

الثاني، المعروف بمبدأ التعادل، ينصّ على أنّ تأثيرات الجاذبيّة معادلة للتسارع. ولفهم هذا المبدأ، افترض أنّك في صاروخ فضائيّ غير متحرّك في الفضاء، أيّ دون جاذبيّة أو تسارع. إذا أفلّت كرة من يدك، تطفو هذه الكرة ولا تسقط. وإذا تسارع الصاروخ إلى الأعلى، تبدو الكرة وكأنّها تقع على أرض المركبة كما لو أنّها سُحبت إلى الأسفل بفعل الجاذبيّة. وبالتالي، فإنّ التسارع ينتج تأثير الجاذبيّة نفسه.

ويتنبأ مبدأ التعادل أنّ الجاذبيّة تتسبّب بانحراف شعاع الضوء عند مروره قرب أجسام كبيرة، مثل الشمس، التي تحني الفضاء (أو الحيز). وقد أثبت هذا التنبؤ لأوّل مرّة في سنة ١٩١٩ أثناء حدوث كسوف كامل للشمس. وتعرّف الشمس أيضاً الموجات اللاسلكيّة وتؤخّرها. وقد جرى قياس هذا التأخير بإرسال إشارات لاسلكيّة بين الأرض ومسابير فايكنج الفضائيّة التي وصلت إلى المريخ في سنة ١٩٧٦، ما وُفّر أدقّ برهان على النسبيّة العامّة.

تنبؤات النسبيّة العامّة

وفقاً لنظريّة النسبيّة العامّة، تبعث الأجسام العظيمة الكتلة التي تدور حول بعضها البعض موجات جاذبيّة. وقد أثبتت صحّة هذا التنبؤ بصورة غير مباشرة في سنة ١٩٧٨ برصد پولسار ثنائيّ (نايض ثنائيّ)، وهو نجم نيوترونيّ سريع الدوران حول نفسه يدور حول نجم آخر مرافق له. وقد أشارت المشاهدات إلى أنّ الفترة المداريّة للبولسار تتناقص باستمرار. ويتوافق قدر هذا التناقص مع تنبؤات النسبيّة العامّة حول الطاقة التي سيفقدها النجمان بسبب إطلاق موجات الجاذبيّة.

وقد طُبّقت النسبيّة العامّة على الكوزمولوجيا أو علم الكونيّات، وهو علم يبحث في الكون ككلّ. وتنبأت النظرية بأنّ الكون يجب إمّا أن يتمدّد أو أن ينقبض. ويشير بعض المشاهدات، مثل التغيير في الطول الموجي للضوء الآتي من النجوم البعيدة، إلى أنّ النجوم تبتعد عنّا، وأنّ الكون يتمدّد. وقد يسمح القياس الدقيق لسرعة تمدّد الكون وكميّة المادّة، بتحديد ما إذا كان الكون سيتمدّد إلى الأبد أو سينقبض.

مفردات فلكيّة

الوحدة الفلكية: هي متوسط المسافة بين الأرض والشمس - حوالى ١٥٠ مليون كيلومتر. وتُستعمل هذه الوحدة لقياس المسافات داخل النظام الشمسيّ.

الفيزياء الفلكيّة: هي دراسة التركيب الكيميائي للأجرام الفلكيّة ودراسة العمليّات الفيزيائيّة التي تحدث في الفضاء.

الإنفجار الكبير: هو الانفجار الذي يعتقد جميع الفلكيّين تقريباً أنّه أنشأ الكون.

الثقب الأسود: هو جرم غير مرئيّ، نظراً إلى قوّة جاذبيّته الشديدة التي لا يستطيع أن يفلت منها شيء، حتى الضوء.

خطّ الإستواء السماويّ: هو خطّ وهمي في السماء يمتدّ فوق خطّ استواء الأرض.

القطبان السماويّان: هما نقطتان في السماء واقعتان فوق القطب الشماليّ والقطب الجنوبيّ.

الكوزمولوجيا: هي دراسة تركيب الكون وتاريخه.

الميل الزاويّ: هو البعد الزاويّ لجرم سماويّ شمالاً أو جنوباً من خطّ الإستواء السماويّ.

السنة الضوئيّة: هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة - حوالى ٩,٤٦ ترليون كيلومتر. ويستعمل الفلكيّون هذه الوحدة لقياس المسافات خارج النظام الشمسيّ.

القدرّ: هو قياس سطوع جرم سماويّ. والقدر الظاهر هو سطوع جرم كما يُرى من الأرض. أمّا القدر المطلق فهو قياس مدى سطوع جرم ما، إذا كان على بعد ٣٢,٦ سنة ضوئيّة عن الأرض.

السديم: هو سحابة من الغاز والغبار بين النجوم. **النجم النيوترونيّ:** هو نجم صغير وبالغ الكثافة، يتألّف بشكل رئيسيّ من نيوترونات مترابطة، أو ربما من جسيمات أوليّة تُعرّف بالكوارك.

البولسار أو النجم النايض: هو نجم نيوترونيّ دوّار تتلقّى منه الأرض دفعات منتظمة من الموجات الإشعاعيّة.

النجم الزائف: هو جرم يشبه النجم إلى حدّ بعيد، لكنّه يتميّ بزحزحة حمراء هائلة. والنجوم الزائفة هي أبعد أجرام اكتُشفت في الكون حتى اليوم. وتطلق هذه الأجرام كمّيّات هائلة من الطاقة.

الزحزحة الحمراء: هي زحزحة في طيف (نسق الألوان) الإشعاع الصادر عن جرم سماويّ باتجاه الأطوال الموجيّة الطويلة. وفي القسم المرئيّ من الطيف، تكون الأطوال الموجيّة الطويلة حمراء اللون. ويشير وجود زحزحة حمراء إلى أنّ الجرم يبتعد عن الأرض.

المطلع المستقيم: هو بعدّ مكان في السماء إلى الشرق عن النقطة التي تقطع فيها الشمس خطّ الإستواء السماويّ قرابة ٢١ آذار. ويُقاس المطلع المستقيم بالساعات. وتساوي ساعة واحدة زاوية من ١٥ درجة.

المرصد

في صباح ٢٤ شباط ١٩٨٧، رأى الفلكيّون في مرصدين في التشيلي انفجاراً ضوئيّاً في السحابة الماجيلاّنيّة الكبرى، وهي مجرّة قريبة من مجرتنا. وقد شكّل هذا النجم المنفجر، الذي أُطلق عليه في ما بعد اسم «المُستععر الفائق ١٩٨٧ أ»، أوّل مستعمر فائق معروف مرئيّ بالعين المجردة منذ سنة ١٦٠٤. وفي آلاف المراصد المنتشرة في أنحاء العالم، تجري مراقبة مثل هذه الظواهر الفلكيّة وقياسها وتحليلها بشكل دائم. وتُعتبر المراصد الفلكيّة الموجهة إلى أجرام واقعة على مسافة كبيرة جدّاً من الأرض، أكثر أنواع المراصد انتشاراً. وتهتمّ مرصد أخرى، تُعرف بالمراصد الأرضيّة، بدراسة الطقس. وتدرس المراصد الجيوفيزيائيّة حركات قشرة الأرض. وسيركّز هذا البحث على المراصد الفلكيّة.

تتراوح المراصد بين المرصد الفلكيّ اللاسلكيّ القوميّ «مجموعته الكبيرة جدّاً» من جهة ومئات المراصد الصغيرة التي يملكها فلكيّون هواة. إنّ الهدف من استعمال المراصد الفلكيّة هو جمع معلومات تسمح بالوصول إلى فهم أكبر لطبيعة الكون ومكوّناته المختلفة.

ومن الأجرام السماويّة الكثيرة التي ترصدها المراصد الفلكيّة نذكر الكواكب والنجوم والمذنبات والمجرات والنجوم الزائفة والسُدم. ويسمح أبسط المراصد بإجراء رصد مفضّل للنجوم التي قطع ضوءها الفضاء لآلاف السنين قبل الوصول إلى الأرض. وتدرس أكبر المراصد حجماً وأكثرها تعقيداً الأجرام التي قطع ضوءها الفضاء مدّة ١٠ مليارات سنة أو أكثر. ويستطيع بعض المراصد المتخصصة كشف أشكال من الإشعاع الغني بالطاقة، مثل أشعة جاما والأشعّة السينيّة، من خارج الجوّ.

أنواع المراصد

يُجهّز معظم المراصد لدراسة ظاهرة فلكيّة محدّدة. وهذا التخصص المرتكز على أنواع الأدوات المستعملة في المرصد هو أمر ضروريّ، نظراً إلى تنوّع الأجسام الموجودة في الفضاء والمسافات الهائلة التي تفصل بينها ودرجات سطوعها المختلفة.

على سطح الأرض، يقوم الجوّ بامتصاص معظم الإشعاع المقلب من الفضاء أو عكسه أو كسره. ولا يصل إلى الأرض سوى الضوء المرئيّ والموجات الإشعاعيّة (الراديّة). ونجد نوعين أساسيين من المراصد الأرضيّة التي تستعمل هذا الإشعاع المتوقّف. المراصد البصريّة الضوء المنبعث من الأجرام البعيدة، وتستقيّ المراصد الإشعاعيّة المعلومات من الموجات الإشعاعيّة (الراديّة).

المراصد البصريّة

إنّ معظم المراصد البصريّة مصمّمة لدراسة الأجرام الفضائيّة الواقعة خارج النظام الشمسيّ. وتشمل هذه الأجرام النجوم والسُدم الغازيّة التي تحيط بها والمجرات البعيدة والنجوم الزائفة الغامضة واللون. ويشير وجود زحزحة حمراء إلى أنّ الجرم يبتعد عن الأرض.

المطلع المستقيم: هو بعدّ مكان في السماء إلى الشرق عن النقطة التي تقطع فيها الشمس خطّ الإستواء السماويّ قرابة ٢١ آذار. ويُقاس المطلع المستقيم بالساعات. وتساوي ساعة واحدة زاوية

تضخّم الضوء الذي تتلقّاه مقاريب عاكسة ضخمة. ومن هذه الأدوات نذكر مرّسمة الطيف، التي تقسّم الضوء إلى الألوان التي تولّقه، ما يسمح للفلكيّين بتحديد تركيب النجوم والمجرات وحركاتها.

وبالرغم من أنّ الكثير من المراصد لا يزال يخصّص فترات لالتقاط الصور عبر المقاريب، حيث قد تصل مُدّد التعريض إلى عدّة ساعات، فإنّ المزيد من الأبحاث تُجرى باستعمال جهاز إلكترونيّ يُدعى الجهاز المتقارن الشحنات Charge Coupled Device (CCD). ويكون هذا الشكل من آلة التصوير التلفزيونيّ أكثر حساسيّة للضوء من الألواح الفوتوغرافيّة. وتساعد أيضاً أنظمة كمبيوتر متقدّمة، تقع في الغالب على بعد كيلومترات من المرصد، في تحليل وتفسير الصور التي تُجمع من المقاريب وغيرها من الأدوات. ويركّز عدد قليل نسبياً من المراصد على دراسة الأجسام الواقعة ضمن النظام الشمسيّ، مثل الكواكب والأقمار والكويكبات. وفي رصد هذه الأجرام الأقرب إلى الأرض والأكثر سطوعاً، تطوّر الإشعاعيّة (قدرة العدسة على إعطاء صورة واضحة) على أهميّة أكبر من قدرة المقرب على جمع الضوء. وبالتالي فإن الكثير من هذه المراصد يستعمل مقاريب انكساريّة.

ويشكّل المرصد الشمسيّ نزعاً ثالثاً من المراصد البصريّة. فنظراً إلى سطوع الشمس الهائل، يجب أن تحتوي المراصد التي تدرس النجم الأقرب إلى الأرض على أجهزة قادرة على تحمّل إشعاعات شديدة جدّاً. ويقوم المقرب الشمسيّ روبرت ر. ماك ماث، في مرصد كيب بيك القوميّ في ولاية أريزونا الأميركيّة، بتركيز ضوء الشمس على طول نفق طويل مائل يقوده تحت الأرض حيث يُستعمل الضوء المرشّح، إلى حدّ بعيد، لإعطاء صور مفضّلة لجوّ الشمس المتغيّر بشكل سريع. ولدراسة الجوّ الخارجيّ للشمس، أو هالة الشمس، يُستعمل جهاز خاصّ يحجب الضوء الرئيسيّ لقرص الشمس، ما يسمح بمراقبة الهالة الأقل سطوعاً.

المراصد الإشعاعيّة

تميل المراصد الإشعاعيّة إلى أن تكون أقلّ تخصصاً، إلى حدّ ما، من المراصد البصريّة. ويمكن استعمال مركز المقرب (التلسكوب) الإشعاعيّ لوضع خرائط بالرادار للكواكب في النظام الشمسيّ، أو لإجراء دراسة مفضّلة للنجوم الزائفة البعيدة التي تقع على مسافة مليارات السنوات الضوئيّة. وبما أنّ الموجات الإشعاعيّة تدخل الغبار المظلم الذي يمتصّ الضوء، فإنّ الكثير من الأجسام التي لا يمكن رؤيتها بالمقاريب البصريّة تُدرس بسهولة بالمراصد الإشعاعيّة. وتُستعمل أجهزة الكمبيوتر في الكثير من الأحوال لمعالجة الإشارات التي تتلقّاها المقاريب الإشعاعيّة، فتحلّوها إلى صور مفيدة يمكن للفلكيّين دراستها.

ونظراً إلى أنّ للموجات الإشعاعيّة (الراديّة) أطوالاً موجيّة أكبر من الموجات الضوئيّة، تكون المقاريب الإشعاعيّة أكبر بكثير من المقاريب البصريّة. ونجد أكبر هوائيّ إشعاعيّ منفرد في العالم في أريسيبو في بورتو ريكو. ويبلغ قطر هذا الهوائيّ ٣٠٥ أمتار، وهو بدأ وادياً كاملاً.

عن طريق وصل المقاريب الإشعاعيّة المنفردة إلكترونيّاً، خلق الفلكيّون شبكات تعمل كمقرب

واحد قويّ جدّاً. تُعرف هذه الشبكات بمقاييس التداخل، ويمكن أن تكون في مرصد واحد، كما هي الحال مع «المجموعة الكبيرة جدّاً» في سوكورو في ولاية نيو مكسيكو الأميركيّة، أو تشمل عدّة مرصد إشعاعيّة مختلفة على قارّات مختلفة. ومقاييس التداخل القاعديّة الطويلة جدّاً هي في الحقيقة أدوات على قياس الكوكب يخلفها التعاون بين ستة مرصد أو أكثر، ويمكنها إعطاء تفاصيل دقيقة جدّاً.

مواقع المراصد

تقع المراصد البصريّة عموماً على قمم الجبال المنعزلة نسبياً. وتكون هذه المواقع مناسبة جدّاً لإقامة المراصد، نظراً إلى أنّ امتصاص الضوء وتداخله في الجو وعدم الاستقرار الجوّيّ تكون جميعها في حدّها الأدنى في المرتفعات العاليّة. إضافة إلى ذلك، فإنّ المراصد البصريّة توضع عموماً بعيداً عن أيّة مصادر اصطناعيّة للضوء. فالضوء من مصابيح الشوارع ولافتات النيون، مثلاً، يمكن أن يشوش الصفائح الفوتوغرافيّة الحسّاسة. ويتمّ اختيار المواقع عادة وفقاً لعدد الليالي الصافيّة.

وبما أنّ الموجات الإشعاعيّة (الراديّة) تخترق الغيوم، فمن الأسهل إيجاد مواقع مناسبة للمرصد الإشعاعيّة. إلاّ أنّ بخار الماء يمكن أن يمتصّ بعض ترددات الموجات الإشعاعيّة، ويمكن أن تؤدّي مصادر الموجات الإشعاعيّة التي يصنعها الإنسان إلى إجراء تقديرات غير صحيحة للموجات الإشعاعيّة المقبلة من الفضاء الخارجيّ. لذا تُفضّل إقامة هذه المراصد في مواقع منعزلة وجافّة.

المراصد الفضائيّة

يصدّ جوّ الأرض الأشعّة السينيّة (أشعّة إكس) وأشعّة جاما والأشعّة فوق البنفسجيّة ومعظم الأشعّة تحت الحمراء من المصادر البعيدة. وللمتمكّن من مشاهدة هذه الأجزاء من الطيف الضوئيّ، وُضعت مراصد في الفضاء. وتستطيع الأجهزة الموضوعة في أقمار مداريّة تحليل المعطيات التي تُرسلُ إلى محطات إشعاعيّة على الأرض.

قام مرصد أينشتاين الفلكيّ المداريّ لالتقاط الأشعّة السينيّة، الذي تمّ إطلاقه سنة ١٩٧٨، والقمر الفلكيّ لالتقاط الأشعّة تحت الحمراء، الذي تمّ إطلاقه سنة ١٩٨٣، بكشف ظواهر جديدة للعلماء، وسماح لهم بإجراء اكتشافات هامة. وفي ٢٤ نيسان ١٩٩٠، أطلقت ناسا مرصداً مداريّاً

آخر هو تلسكوب هابل الفضائيّ. وبالرغم من المشاكل الكبيرة التي حدثت في المرآة الرئيسيّة لتلسكوب هابل الفضائيّ، فقد سمح التلسكوب بمشاهدة الأشعّة السينيّة والأشعّة تحت الحمراء وفوق البنفسجيّة، وميّز بين معالم شديدة التقارب على أجرام بعيدة، وأطلق مرصد أشعّة جاما في ٧ نيسان سنة ١٩٩١ لدراسة أشعة جاما التي تطلقها النجوم المتصادمة أو المنفجرة والمستعمرات الفائقة Supernovas والبولسارات والنجوم الزائفة والثقوب السوداء. وقد أطلقت ناسا منشأ الفيزياء الفلكيّة المتقدّم للأشعّة السينيّة سنة ١٩٩٨، ويُتوقع إطلاق منشأ التلسكوب الفضائيّ للأشعّة تحت الحمراء في عام ٢٠٠٠.

التاريخ والتطوّرات المستقبلية

تعود الوثائق المكتوبة التي تفيد بخسوفات القمر وبمراقبة كوكب الزهرة إلى سنة ٢٠٠٠ قبل الميلاد

في بلاد ما بين النهرين. وقد تألّفت المراصد الأولى من تجهيزات ميكانيكيّة بسيطة نسبياً استُعملت لقياس اتجاه حركة الأجرام السماويّة والمسافة التي تفصلها عن الأرض. وبمرور القرون، جرى اختراع معدّات أكثر تطوّراً، مثل الأسطرلاب. والأسطرلاب هو قرص يُقسّم حرفته إلى درجات من الدائرة ويحمل مؤشّرات متحرّكة. وقد استُعمل الأسطرلاب لتحديد المسافة الزاويّة بين نقاط في السماء، ولمقارنة مواقع الكواكب أو القمر مع النجوم الثابتة.

مع تطوّر التجارة الطويلة المدى في حوض المتوسط وفي ما بعد في الصين، أصبح الإبحار عن طريق الاستهداء بالنجوم أمراً ضروريّاً. وكانت المشاهدات الفلكيّة الدقيقة مفيدة جدّاً للجماعات الزراعيّة في مصر القديمة. فقد استُعمل بزوغ الزهرة لتخطيط فترات الزرع والحصاد. وقد ساهم أيضاً علم التنجيم، حيث يُعتقد أنّ حركة الكواكب تؤثر على حياة الإنسان، في إثارة الاهتمام بالأجرام السماويّة.

على رغم أنّ بلاد ما بين النهرين والصين والدول العربيّة قد ساهمت في تطوّر علم الفلك بإقامة مراصد، فإنّ حاجة الدول الأوروبيّة التي قام اقتصادها على التجارة في القرنين السادس عشر والسابع عشر إلى أدوات ملاحظة دقيقة، قد شكّلت الدافع الأساسي لتطوير علم الفلك. ومع اختراع التلسكوب، في بداية القرن السابع عشر، أصبح من الممكن القيام برصد فلكيّ دقيق. وقد أسّس أول مرصد حديث، وهو مرصد جريتشس الملكيّ في لندن، سنة ١٦٧٥، بأمر من شارلز الثاني ملك إنجلترا بهدف تطوير وسائل الملاحظة الدقيقة ووسائل ضبط الوقت. ويُستعمل أيضاً المرصد اليوم لوضع خرائط بمواقع النجوم، ويشتهر بإصدار «الروزنامة البحريّة».

وبين أواسط وأواخر القرن التاسع عشر، ومع تطوّر أدوات الملاحة وضبط الوقت، بدأت المراصد تسعى إلى الحصول على معلومات فلكيّة ليس لها تطبيقات عمليّة مباشرة. وكان السواد الأعظم من هذه المراصد مؤلّاً من القطاع الخاص، وذلك من أفراد أثرياء أو من الجامعات. وقد بنت الجامعات، في وقتنا الحاضر، بعضاً من أكبر التلسكوبات في العالم، مثل تلسكوب كيب التابع لجامعة كاليفورنيا في بركلي ومعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا. وقد أنشأت الحكومات بعض المراصد الكبيرة مثل المراصد الفلكيّة البصريّة القرميّة والمراصد الفلكيّة الإشعاعيّة القرميّة في الولايات المتحدّة.

في أواسط الثمانينات من القرن العشرين، وضعت عدّة خطط لإنشاء مرصد جديدة. إنّ فكرة جمع الضوء من أكثر من عاكسة واحدة، التي طُبّقت للمرّة الأولى في التلسكوب المتعدّد المرايا التابع لمؤسسة سميثسونيان، قد استُعملت بشكل متطوّر أكثر في تلسكوب التكنولوجيا الجديدة القوميّ الأميركيّ الذي صُمّم لجمع أربع مرايا كبيرة بقياس ٧٦٢ سنتيمتراً لكل واحدة، للحصول على قوّة معادلة لقوّة تلسكوب بقياس ١٥٢٤ سنتيمتراً. وقد صُمّم هذا التلسكوب بحيث تفوق قدرته على جمع الضوء قدرة تلسكوبات مرصد بالومار بعشرة أضعاف. وهناك خطط أيضاً لإنشاء مقاييس تداخل بصريّة، تقوم على مبادئ مقاييس التداخل الإشعاعيّة نفسها. ومع التقدّم المتواصل في التكنولوجيا الإلكترونيّة، يُتّوقع أن تؤدّي معادلة تالو الجوّ إلى تحسين المراصد القائمة على سطح الأرض.

بدأ في هذا المرصد العمل بأول تلسكوب راديوي عملاق، وذلك في العام ١٩٥٧. وهذا التلسكوب مزود بصحن عاكس بقطر ٣٧٦,٢ متر مركز موجات الراديو على هوائي مركّز في وسط الصحن. ويعمل فلكيو المرصد اليوم على دراسة الإشعاعات الراديوية الصادرة من أجرام سماوية تستقى منابع راديوية نابضة، إضافة إلى دراسة الغازات والغبار في المجرات. وبمساعدة شبكة تلسكوبات راديوية تستقى ميرلين، وهو اختصار لشبكة مقاييس التداخل الراديوية المترابطة متعددة العناصر، تمكّن العلماء العاملون في المرصد من تحديد بنية المصادر الراديوية، بما فيها المجرات البعيدة والأجرام المضيئة المسماة النجوم الزائفة.



الثقب الأسود

يعتقد العلماء أنّ بعض المناطق في الفضاء يسلط جاذبية قويّة جداً بحيث يعمل كمكائن كهربائية عملاقة تسحب أيّ مادة تقترب منها. وتُسحق المادّة - سواء كانت مذنباً أو كوكباً أو سحابة من الغاز - إلى كثافة لامتناهية وتخفي إلى الأبد. وتكون قوّة الجاذبية قويّة جداً حتّى أنّها تسحب الزمن والحيز، فتبطيء الزمن وتمدّد الحيز. ولا يمكن حتى للضوء الإفلات من قوّة الجذب الهائلة التي تسلطها هذه المناطق، فتكون بالتالي سوداء وغير مرئية. وقد أطلق الفيزيائيّ الأميركيّ جون ويلر اسم الثقوب السوداء على هذه الفراغات أو الفجوات الداكنة الملتهمّة للمادّة.

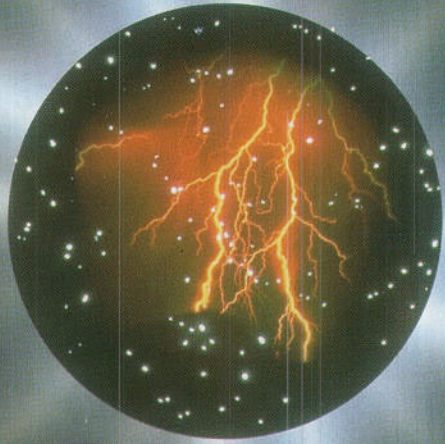
تبدو الثقوب السوداء أقرب إلى الخيال العلميّ منها إلى الواقع. والحقيقة هي أنّ فكرة الثقوب السوداء وُلدت في خيال الفيزيائيّين النظريّين، ولم تُثبت صحتها إلى الآن باكتشاف حاسم لثقب أسود فعليّ. ولكن منذ سنة ١٩١٥، عندما وضع ألبرت أينشتاين نظريّته حول النسبيّة، عرف العلماء بإمكانية وجود الثقوب السوداء.

أثبتت نظرية أينشتاين أنّه في حال أصبحت الجاذبية قويّة بشكل كاف، فإنّها تجرد الضوء من كلّ طاقته، وتحتجزه مثلما تحتجز جوّ الكواكب. ولكن، لكي تكون الجاذبية بهذه القوّة يجب أن يكون مصدرها جسمّاً شديداً الكثافة، أي أن يكون ذا كتلة كبيرة جداً مضغوطة في حيزٍ صغير جداً. في سنة ١٩١٦، حسب الفلكيّ الألمانيّ كارل شوارزشيلد درجة الانضغاط التي يجب أن يبلغها النجم لكي تحتجز جاذبيّته الضوء. ووفقاً لحسابات شوارزشيلد، يجب أن ينكمش نجم بحجم الشمس (بقطر ١,٣٩٢,٠٠٠ كيلومتر) بحيث يصبح قطره أقلّ من ٣ كيلومترات حتى يتمكن من احتجاز الضوء.

في سنة ١٩٣٩، اكتشف الفلكيّان الأميركيّان ج. روبرت أوينهايمر وهارتلاند س. سنايدر أنّه يمكن لنجوم أكبر من الشمس بكثير أن

تتفوق كتلة الشمس بثلاثة ملايين ضعف، في مجرّة قريبة. ونظراً إلى أنّ الثقوب السوداء هي أجرام غير مرئية، فإنّ الفلكيّين يحاولون تعيين مواقعها بمراقبة تأثيراتها. فالمادّة التي تتحرّك ملتفّة كالدوامة باتجاه مركز الثقب الأسود لا بدّ أن تطلق أشعّة سينية سريعة التذبذب وقابلة للكشف. وفي سنة ١٩٦٥، شاهد عدد من الفلكيّين

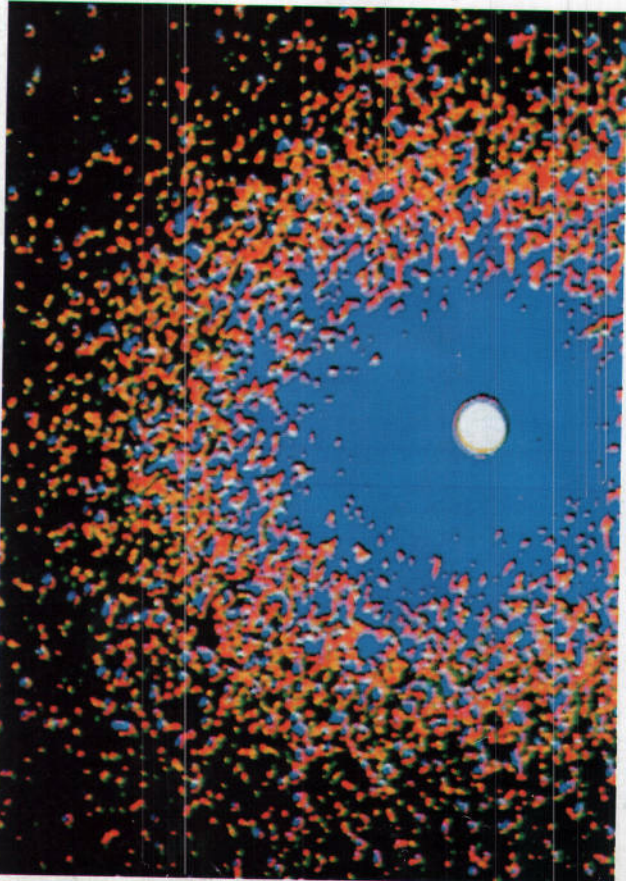
ويقول العلماء إنّ المجرّة التي توجد فيها الأرض - مجرّة درب اللبانة - تشتمل ربما على ١٠٠ مليون ثقب أسود من مخلفات النجوم المتداعية. وفي سنة ١٩٩٠، حصل التلسكوب اللاسلكيّ المعروف بـ«المجموعة الكبيرة جداً» (في ولاية نيو مكسيكو الأميركيّة) على صور مفصّلة لمركز درب اللبانة تُظهر انفجارات هائلة من الطاقة. ويعتقد بعض العلماء أنّ هذا يؤكّد وجود ثقب أسود في مركز درب اللبانة، له كتلة تفوق كتلة الشمس بأربعة ملايين ضعف. ووجد العلماء الذين استعملوا تلسكوب هابل الفضائيّ في سنة ١٩٩٢، علامات مشجّعة على وجود ثقب أسود، له كتلة



البرق في الفجوة السوداء، كما صوّرتها إحدى المركبات الفضائية

ابتعاثات قويّة من الأشعّة السينيّة تنطلق من كوكبة الدجاجة، على مسافة ١٠,٠٠٠ سنة ضوئية تقريباً. وفي سنة ١٩٧١، حدّد أوّل قمر اصطناعيّ في العالم لكشف الأشعّة السينيّة مصدر هذه الأشعّة السينيّة، وهو جسم غير مرئيّ ذو كتلة كبيرة جداً أطلق عليه الفلكيّون اسم الدجاجة Cygnus X-1. وقد يكون هذا الجرم أوّل ثقب أسود تمّ التعرف إليه.

الفجوة السوداء في مركز المجرة M87، كما صوّرها تلسكوب هابل



المجرّة

المجرّة نظام من النجوم والغاز والغبار المتماسكة بفضل الجاذبيّة. وتتبعثر المجرات في أنحاء الكون. يتراوح قطر المجرات بين بضعة آلاف السنوات الضوئية ونصف مليون سنة ضوئية. والسنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة، أي حوالي ٩,٤٦ ترليون كيلومتر. وتحتوي المجرات الكبيرة على أكثر من ترليون نجم، فيما تحتوي المجرات الصغيرة على أقل من بليون نجم بقليل.

صوّر الفلكيّون ملايين المجرات بواسطة التلسكوبات. ويقدّرون أنّ هنالك حوالي ١٠٠ بليون مجرة في الكون المعروف.

يقع النظام الشمسيّ في مجرة تُدعى درب اللبانة، في وسط المسافة بين مركز هذه المجرّة وطرفها. ولا يمكن رؤية سوى ثلاث مجرات فقط غير درب اللبانة من الأرض من دون استخدام التلسكوب. وتبدو هذه المجرات كبقع ضوئية صغيرة وضبابية. ويمكن أن يرى الناس في نصف الكرة الشماليّ مجرة أندروميда The Andromeda Galaxy، التي تبعد عنّا مليونيّ سنة ضوئية تقريباً. ويمكن أن يرى الناس في نصف الكرة الجنوبيّ، السحابتين الماجيلانيّتين الكبرى والصغرى، اللتين تبعدان عنّا نحو ١٦٠,٠٠٠ و١٨٠,٠٠٠ سنة ضوئية.

تتوزّع المجرات في الكون على نحو غير منتظم. ويوجد بعض المجرات بمفرده في الفضاء، لكنّ معظمها يتجمّع في مجموعات مجرّية. ويتراوح حجم هذه المجموعات بين بضع عشرات المجرات وعدّة آلاف منها.

أنواع المجرات

هنالك نوعان رئيسيتان من المجرات: المجرات اللولبية والمجرات الإهليلجية. وللمجرة اللولبية شكل قرص يحلّ انتفاخاً في مركزه. وبشبه القرص دولابّ هواء، له أدرع لولبية ساطعة تنبسط من الانتفاخ المركزيّ. وتنتمي درب اللبانة إلى هذا النوع من المجرات. أمّا المجرات الإهليلجيّة فتتراوح من حيث الشكل بين كرات شبه تامة وكرات مفلطحة. ويكون الضوء المنبعث من المجرّة الإهليلجيّة في أقصى سطوعه في مركز المجرّة، ويخفّ تدريجيّاً مع الابتعاد عن المركز. تدور جميع المجرات اللولبية. وقد يدور أيضاً بعض المجرات الإهليلجيّة، ولكنّ ببطء أكثر من المجرات اللولبية. وتُظهر المشاهدات أنّ نجومأ جديدة تتكوّن باستمرار من الغاز والغبار الموجودين في المجرات اللولبية. وتحتوي المجرات الإهليلجيّة على كمّيّة من الغبار والغاز أقلّ، إلى حدّ بعيد، من الكمّيّة الموجودة في المجرات اللولبية، لذلك فإنّها لا تشهد تكوين نجوم جديدة.

دراسة المجرات

تطلق المجرات أشكالاً عدّة من الإشعاع، منها الأنواع الرئيسيّة من الموجات الكهرمغناطيسيّة. وهذه الموجات هي من أطولها إلى أقصرها: الموجات الإشعاعيّة(الراديّة)، والموجات تحت الحمراء، والضوء المرئيّ، والأشعّة فوق البنفسجيّة، والأشعّة السينيّة (أشعّة إكس)، وأشعّة جاما. ويدرس الفلكيّون هذا الإشعاع بواسطة تلسكوبات بصريّة ولاسلكيّة وأدوات أخرى. ويقدّر الفلكيّون بُعد المجرّة وحرّكتها بقياس الزحزحة الحمراء في طيفها. والزحزحة الحمراء هي استطالة ظاهريّة للموجات الكهرمغناطيسيّة التي يبيّنها جسم يتبعد عن الأرض. ويمكن رؤية الزحزحة الحمراء عندما ينقسم الضوء الصادر عن المجرّة إلى شريط من الألوان، يُعرف

بالطيف. وتزيح الخيوط من ألوان معيّنة باتجاه الطرف الأحمر للطيف، إذا كانت المجرّة تتبعد عن الأرض.

وتبدو جميع المجرات وكأنّها تتبعد عن الأرض. وتبدو المجرات الأبعد عن الأرض وكأنّها تتبعد بسرعة أكبر. ويفسّر العلماء هذه المشاهدات كدليل على تمدّد الكون.

وقد تقدّم العلماء بعدد من النظريّات حول منشأ المجرات. وفي نظريّة الانفجار الكبير Big Bang، يُعتقد أنّ كتلاً من الغاز تكثّفت، بعدما بدأ الكون بالتمدّد بقليل، منذ بلايين السنين. وقد ضغطت الجاذبيّة هذه الكتل ببطء فشكّلت المجرات. ولم تتكوّن منذ ذلك الوقت أيّة مجرات جديدة، أو تتكوّن منها عدد قليل جدّاً. وتقول نظريّة أخرى، تدعى نظرية الحالة المطّردة، إنّ مجرات جديدة تتكوّن بشكل مستمرّ مع ابتعاد المجرات القديمة الواحدة عن الأخرى.

الضوء / قياس الضوء

يقيس العلماء أطوال موجات الضوء بمجموعة متنوّعة من الوحدات المترية. ومن الوحدات الشائعة الاستعمال، الجزء من بليون من المتر. وتتراوح الأطوال الموجيّة في طيف الضوء المرئيّ من حوالي ٤٠٠ جزء من بليون من المتر للبنفسجيّ الداكن إلى حوالي ٧٠٠ جزء من بليون من المتر للأحمر الغامق.

ويساوي تردّد أيّة موجة نسبة سرعة الموجة إلى طولها الموجيّ. ونُقاس التردّدات بوحدات تُعرف بالهرتز. ويكون للموجة تردّد من هرتز واحد، إذا قطعت ذرّوة موجة واحدة نقطة معيّنة كلّ ثانية، ويكون للموجة تردّد من ١٠٠ هرتز، إذا قطعت ١٠٠ نقطة محدّدة كلّ ثانية. وينتقل الضوء في الفراغ بسرعة ٣٠٠ مليون متر في الثانية تقريباً. ونظراً إلى أنّ للضوء المرئيّ طولاً موجيّاً قصيراً وسرعة مرتفعة، فإنّ تردّده مرتفع جدّاً. فعلى سبيل المثال، يبلغ تردّد الضوء البنفسجيّ ٧٥٠ ترليون هرتز.

المجرّة الزرقاء

سطوع الضوء

يستعمل العلماء وحدات مختلفة لقياس سطوع مصدر الضوء وكميّة الطاقة في حزمة من الضوء مقبلةً من ذلك المصدر.

تُعرف كمّيّة الضوء التي يولّدها أيّ مصدر للضوء بشدّة ضبابيّة ذلك المصدر. والوحدة المعياريّة المستعملة لقياس شدّة الضبابيّة هي الشمعة. ولسنين عدّة، استُعملت شدّة الضبابيّة الناتجة عن شمعة من حجم معيّن، مصنوعة من زيت العنبر (نوع من زيت الحيتان)، كمعيار لهذه الوحدة. إلّا أنّ تلك الشمعة المصنوعة من زيت العنبر لم تشكّل معياراً سهل الاستعمال لقياس الضوء. وتُحدّد اليوم الشمعة بأنّها كمّيّة الضوء التي يطلقها مصدر ييبّ بتردّد محدّد (٥٤٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ هرتز) وبشدّة محدّدة (١/٦٨٣ واط في وحدة مساحة تدعى الزاوية نصف القطريّة الجُشمة).

ولا تبيّن شدّة مصدر الضوء بالشمعات مدى سطوع الضوء، عند وصوله إلى سطح جسم معيّن كتكتاب أو طاولة مثلاً. وقبل أن نتمكن من قياس الإضاءة (الضوء الساقط على سطح معيّن)، يجب أن نقيس الضوء الذي يقطع الفضاء بين المصدر والجسم الذي يسقط عليه. ويمكننا قياس الشعاع الضوئيّ بوحدة تُعرف بـ«اللومن»^(١) Lumen. ولمعرفة كفيّة قياس اللومن، تصوّر مصدراً للضوء موضوعاً في مركز كرة فارغة. وعلى السطح الداخلي للكرة، تُحدّد منطقة مساوية لمربع شعاع الكرة. فعلى سبيل المثال، إذا كان طول الشعاع ٣٠ سنتيمتراً، تكون مساحة المنطقة المحدّدة ٣٠ سنتيمتراً مربعاً. وإذا كانت الشدّة الضبابيّة لمصدر ضوء معيّن مساوية لشمعة واحدة، تتلقّى المنطقة المحدّدة تدفقاً ضوئيّاً (نسبة الضوء الساقطة عليه) من لومن واحد.

^[1] اللومن: وحدة لقياس تدفق الضوء.

^[2] اللكس: وحدة إضاءة تعادل لوماً واحداً في المتر المربع.

مساعدته إلى تلة بعيدة، وأوصاه بفتح مصراع مصباح يحمله، بما أن يرى جاليليو الواقف على تلة أخرى يفتح مصراع مصباحه. واعتبر جاليليو أنّه، نظراً إلى كونه يعرف المسافة التي تفصل بين التلّتين، فسيتمكن من إيجاد سرعة الضوء بقياس الوقت المنصرم بين فتح مصراع مصباحه ورؤيته ضوء المصباح الثاني. كان تفكير جاليليو سليماً، لكنّ التجربة فشلت. فسرعة الضوء كبيرة جدّاً، بحيث أنّه لم يستطع قياس الوقت القصير الذي استغرقته العمليّة.

حوالي سنة ١٦٧٥، وجد الفلكيّ الدانماركيّ أولاولس رومر دليلاً يثبت أنّ الضوء يسير بسرعة محدودة. فأثناء عمله في باريس، لاحظ أنّ الفترات بين اختفاء بعض أقمار المشتري وراء الكوكب، تتغيّر مع تغيّر المسافة بين المشتري والأرض. وبالتالي، فقد أدرك رومر أنّ سرعة الضوء المحدودة هي السبب في تغيّر الفترات. وأظهرت مشاهدات رومر أنّ الضوء يسير بسرعة ٢٢٦,٠٠٠ كيلومتر في الثانية. ويتعد هذا الرقم بنسبة ٢٥٪ عن السرعة الحقيقيّة.

وفي سنة ١٩٢٦، أجرى الفيزيائيّ الأميركيّ ألبرت أ. ميتشلسون أحد أولى القياسات الدقيقة لسرعة الضوء. فاستعمل مرآة سريعة الدوران تعكس شعاعاً ضوئيّاً إلى عاكسة بعيدة. ثمّ تعكس المرآة الدوّارة من جديد الشعاع باتجاه المراقب. وقد ضبط ميتشلسون سرعة دوران المرآة، بحيث تدور المرآة إلى الزاوية المطلوبة خلال الوقت الذي يحتاجه الضوء للوصول إلى العاكسة، ثمّ العودة. وبالتالي، فقد أظهرت سرعة المرآة سرعة الضوء. وقد استعمل ميتشلسون في الحقيقة عدّة مرايا على اسطوانة، بحيث تكون الزاوية التي تقطعها الاسطوانة خلال ذهاب الضوء وإثابه، صغيرة. ووجد ميتشلسون أنّ سرعة الضوء تساوي ٢٩٩,٧٩٦ كيلومتراً في الثانية. وكان لهذا القياس مجال محتمل للخطأ، لا يتجاوز ٤ كيلومترات في الثانية.

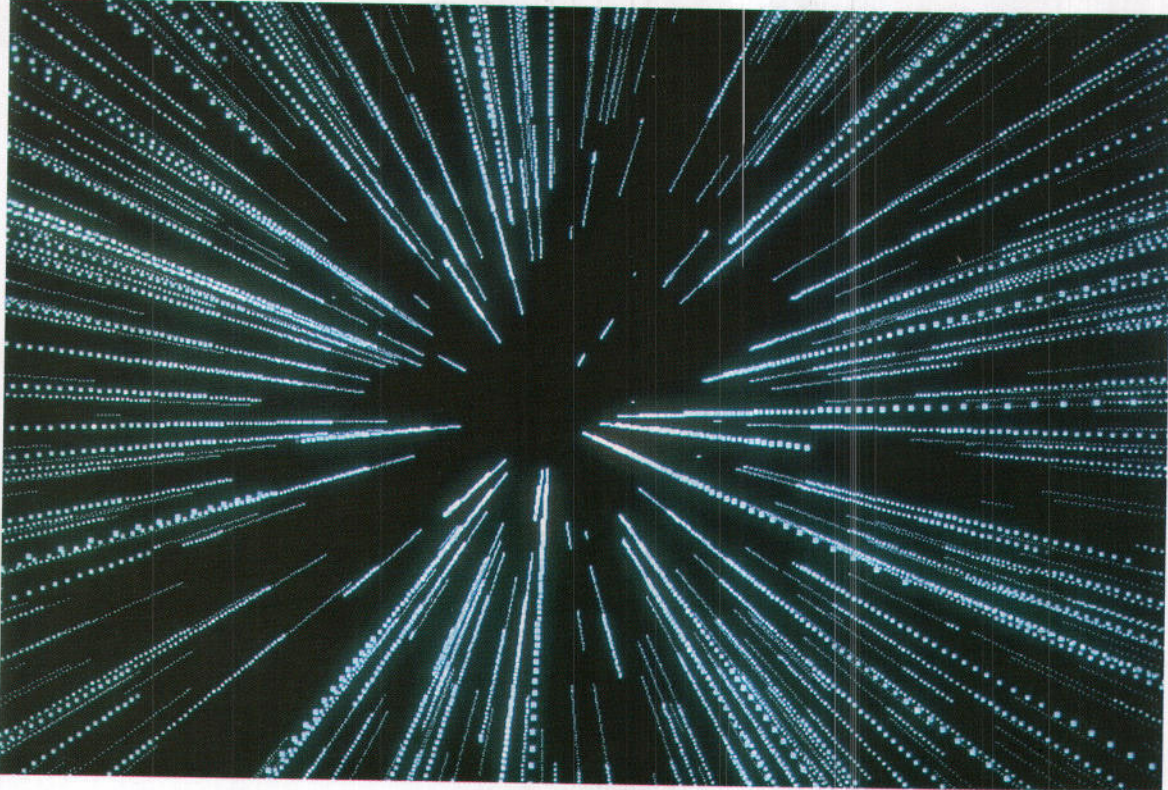
السحابتان الماجيلانيّتان

السحابتان الماجيلانيّتان هما مجرتان تظهران في سماء نصف الكرة الجنوبيّ كبقعّتين صغيرتين وضبابيتين من الضوء. وهما أقرب مجرتين إلى درب اللبانة، المجرّة التي تحتوي على الشمس والأرض وباقي نظامنا الشمسيّ. وتبعد السحابة الماجيلانيّة الكبرى حوالي ١٦٠,٠٠٠ سنة ضوئية عن الأرض، فيما تبعد السحابة الماجيلانيّة الصغرى حوالي ١٨٠,٠٠٠ سنة ضوئية. والسنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة – حوالي ٩,٤٦ ترليون كيلومتر.

سرعة الضوء

ويصنّف الفلكيّون السحابتين الماجيلانيّتين كمجرتين غير منتظمتين لأنّ توزيع النجوم فيها لا يتبع نمطاً محدّداً. وتحتوي السحابتان الماجيلانيّتان على بلايين النجوم، ولكن لا يمكن تمييز النجوم المنفردة إلّا بأقوى التلسكوبات. وبالتالي فإنّ المجرتين تبدوان ضبابيتين بالعين المجردة. وتحتوي السحابتان الماجيلانيّتان أيضاً على كمّيّة هائلة من الغاز. وتتكوّن نجوم جديدة بشكل متواصل من هذا الغاز، الذي يتألّف بشكل رئيسيّ من الهيدروجين، وإضافة إلى ذلك، فإنّ قسماً كبيراً من الضوء القادم من السحابتين الماجيلانيّتين يصدر

السحابتان الماجيلانيّتان



من نجوم زرقاء حازة شديدة الضبابيّة وحديثة التكوين، تحيط بها غيوم متوهّجة من الغاز. ونظراً إلى أنّه لا يمكن رؤية السحابتين الماجيلانيّتين إلّا في نصف الكرة الجنوبيّ، فقد ظلّت هاتان المجرتان مجهولتين لدى الفلكيّين، في نصف الكرة الشماليّ. وقد شوهدت المجرتان للمرة الأولى، في أوائل القرن السادس عشر، خلال رحلة المستكشف البرتغالي فرديناند ماجيلان حول العالم، وقد أعطيتا اسمه. ولكنّ الفلكيّين لم يكتشفوا أنّ السحابتين هما في الواقع مجرتان خارج درب اللبانة إلّا في أوائل القرن العشرين.

السديم

السديم سحابة من الغبار والغازات منتشرة في الفضاء. وقد استعمل الفلكيون القدامى هذا التعبير أيضاً لوصف المجرات البعيدة، غير المجرة التي توجد فيها الأرض (مجرة درب اللبانة). وقد بدت لهم هذه المجرات المعروفة بـ«الشلم خارج المجرة» كبقع ضوئية ضبابية موزعة بين النجوم. لكنّ التلسكوبات الحديثة أظهرت أنّ السدم خارج المجرة هي في الواقع أنظمة من النجوم شبيهة بدرب اللبانة.

ويستعمل معظم الفلكيين اليوم تعبير سدم لشجب الغبار والغاز الموجودة في درب اللبانة وغيرها من المجرات. ويصنّفون هذه الكتل في نوعين أساسيين: السدم المنتشرة والسدم الكوكبية. ويُعرف أيضاً كلا النوعين بالسدم الغازية.

السدم المنتشرة

السدم المنتشرة هي أكبر النوعين. ويحتوي بعض السدم المنتشرة على ما يكفي من الغبار والغازات لتكوين حتى ١٠٠,٠٠٠ نجم بحجم الشمس. ويمكن أن يظهر السديم المنتشر قرب نجم شديد السطوع والحرارة، فالأشعة تحت البنفسجية القوية التي يطلقها النجم، تزوّد ذرات الغاز في السديم بالطاقة، وتسمح للكتلة بإشعاع الضوء. ويُعرف السديم المنتشر من هذا النوع بالسديم الإيتعائي. ويعتقد الفلكيون أنّ بعض السدم الإيتعائية هو أماكن تتكوّن فيها النجوم الجديدة. وتؤدي قوة الجاذبية إلى انقباض جزء من غبار السديم وغازاته إلى كتلة أصغر، وأكثر كثافة. فيرتفع الضغط ودرجة الحرارة تدريجياً داخل كتلة الغبار والغازات مع استمرار الانقباض طوال ملايين السنين. ومع الوقت، تصبح الكتلة ساخنة جداً بحيث تشع، وتشكّل نجماً جديداً.

ويمكن أن يوجد أيضاً السديم المنتشر قرب نجم بارد. وفي هذه الحالة، يكون الإشعاع تحت البنفسجي المنطلق من النجم ضعيفاً جداً، فلا يتمكن من جعل ذرات غاز السديم تطلق الضوء. لكن جسيمات الغبار في السديم المنتشر تعكس ضوء النجوم. ويطلق الفلكيون على هذا النوع من السدم المنتشرة اسم السديم العاكس.

وإذا وُجد سديم منتشر في منطقة لا تحتوي على نجوم قريبة، فهو لا يطلق أو يعكس ما يكفي من الضوء ليكون مرئياً. وتحجب، في الواقع، جسيمات الغبار فيه الضوء الصادر عن النجوم خلفها. ويطلق الفلكيون على هذا النوع من السدم المنتشرة اسم السديم المظلم.

السدم الكوكبية

السدم الكوكبية هي سحب من الغبار والغازات شبيهة بالكرات تحيط ببعض النجوم. وتتكوّن هذه السدم عندما يبدأ النجم بالإنهيار والتخلّص من طبقات جوه الخارجية. وعندما يُنظر إلى هذا النوع من السدم بواسطة تلسكوب صغير، يبدو السديم وكأنّ له سطحاً مدوّراً مستوياً مثل سطح الكوكب.

السديم Nebula سحابة من الغبار والغازات،

كما صوّرها تلسكوب هابل

مجرة درب اللبنة

درب اللبنة هي تجمع النجوم الاسطواني الشكل والهائل الحجم، أي المجرة، الذي يضم الشمس والنظام الشمسي. إسمه اسم المجرة من كونها تظهر في هيئة شريط باهت للمعان يمتد في سماء ليل الأرض. هذا الشريط هو الاسطوانة التي يقع فيها النظام الشمسي. ويأتي مظهرها الضبابي من مجموع الضوء الذي تطلقه النجوم البعيدة التي تتعدّر رؤيتها على نحو فردي بالعين المجردة. أما النجوم التي يمكن تمييزها في السماء فهي تلك القريبة بما فيه الكفاية من النظام الشمسي ليصير في الإمكان تمييزها على نحو فردي.

إن أفضل الأوقات لرؤية درب اللبنة من المناطق المعتدلة الواقعة في نصف الكرة الشمالي هي ليالي الصيف الصافية التي يغيب فيها القمر. وتبدو المجرة في تلك الليالي كشريط مضيء غير متناسق يلف السماء من الأفق الشمالي الشرقي إلى الأفق الجنوبي الشرقي. ويمتد هذا الشريط المضيء عبر كوكبات فرساوس وذات الكرسي والمتهب. في منطقة كوكبة صليب الشمال تنقسم المجرة إلى مجريين: المجري الغربي الذي يكون ساطعاً عند مروره بكوكبة صليب الشمال ثم يبهت قرب كوكبة أفوقس، أو حامل الحية، بسبب وجود غيوم كثيفة من الغبار، ثم يعود فيظهر مجدداً في كوكبة العقرب؛ والمجري الشرقي الذي يزداد لمعانه عند مروره في اتجاه الجنوب عبر كوكبتَي Scutum والقوس والرامي. يمتد الجزء الأكثر لمعاناً في درب اللبنة من Scutum إلى العقرب مروراً بالقوس والرامي. يقع مركز المجرة في اتجاه القوس والرامي على بعد حوالي ٢٦,٠٠٠ سنة ضوئية من الشمس.

البنية

درب اللبنة مجرة لولبية ضخمة لها أذرع لولبية عدّة تلتف حول نواة مركزيّ بسماكة ١٠,٠٠٠ سنة ضوئية. تكون النجوم الواقعة في النواة المركزيّ أقرب من بعضها البعض ممّا هي عليه النجوم الواقعة في الأذرع حيث نجد عدداً أكبر من غيوم الغبار والغاز البينجمية. يبلغ قطر الاسطوانة حوالي ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئية، وتحيط بها غيمة أكبر منها مؤلفة من غاز الهيدروجين معوجة وملتوية عند أطرافها في شكل أنصاف دوائر، وتحيط بهذه الغيمة هالة ذو شكل شبيه بالكرة أو متسطح نوعاً ما تحوي الكثير من مجموعات النجوم الكروية المنفصلة التي تقع في معظمها فوق الاسطوانة أو تحتها. قد تكون هذه الهالة أوسع مرتين أو أكثر من الاسطوانة في حد ذاتها. إضافة إلى ذلك، تشير الدراسات التي أجريت على الحركات المجرة إلى أنّ نظام درب اللبنة يحتوي على كمية من المادة تفوق كثيراً ما تشكله الاسطوانة المعروفة ومجموعات النجوم الملازمة لها - كتلة أكبر بـ ٢٠٠٠ مليار مرة ممّا تحويه الشمس. لذلك قدّر العلماء أنّ يكون نظام درب اللبنة المعروف



صورة لدرب اللبنة، كما أخذت بواسطة المركبات الفضائية



مشهد آخر لدرب اللبنة ونلاحظ، في الوسط، الاسطوانة التي يقع فيها النظام الشمسي.

يوجد نحو ١٠٠ مليار مجرة، تضم كل منها ١٠٠ مليار نجم تقريباً.

محوطاً بدوره بإكليل أكبر من المادة غير المكتشفة.

أنواع النجوم

تضمّ درب اللبنة نجوماً من النوع I وهي نجوم زرقاء ساطعة وأخرى من النوع II وهي نجوم حمراء عملاقة. يتألف مركز درب اللبنة والهالة المحيطة بها من نجوم من النوع II. يحتجب القسم الأكبر من هذه المنطقة وراء غيوم من الغبار تحول دون الرصد البصري. وقد تمّ تسجيل الإشعاع الصادر عن المنطقة المركزية باستعمال أجهزة خاصة كالخلايا الكهربائية الضوئية وموشحات الأشعة تحت الحمراء والتلسكوبات

محيطاً بدوره بإكليل أكبر من المادة غير المكتشفة.

أنواع النجوم

تضمّ درب اللبنة نجوماً من النوع I وهي نجوم زرقاء ساطعة وأخرى من النوع II وهي نجوم حمراء عملاقة. يتألف مركز درب اللبنة والهالة المحيطة بها من نجوم من النوع II. يحتجب القسم الأكبر من هذه المنطقة وراء غيوم من الغبار تحول دون الرصد البصري. وقد تمّ تسجيل الإشعاع الصادر عن المنطقة المركزية باستعمال أجهزة خاصة كالخلايا الكهربائية الضوئية وموشحات الأشعة تحت الحمراء والتلسكوبات

النجم

إعتقد الناس في العصور القديمة أنّ النجوم هي أنوار صغيرة جداً، في الجهة الداخلية من كرة مجوّفة ضخمة. وقد اخترعوا قصصاً حولها، وأطلقوا أسماء على الأشكال التي رأوها في السماء ليلة بعد ليلة، وسنة بعد سنة. ولم تبدأ طبيعة الكون الحقيقية بالإكتشاف إلّا مع ولادة علم الفلك الحديث.

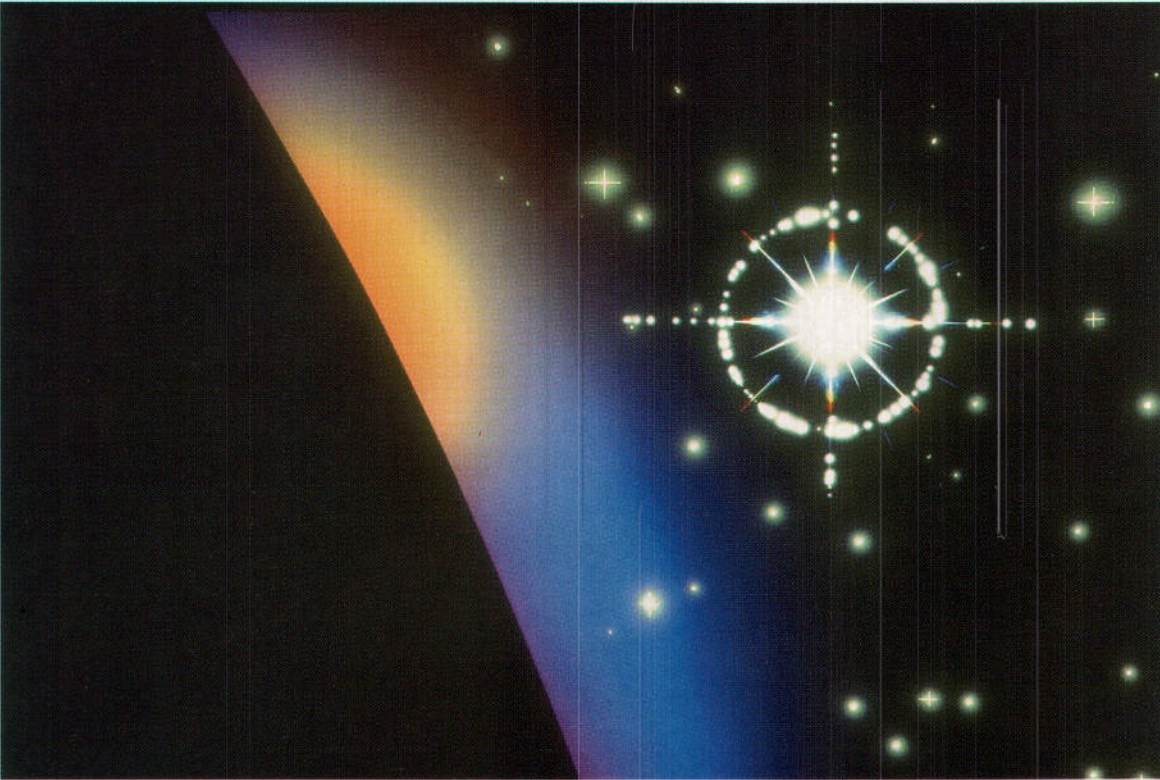
ولا يستطيع العلماء إلى اليوم أن يجرّموا بشكل قاطع حول طبيعة النجوم. لكنّهم يعرفون الكثير من الحقائق حول هذه الأعداد الهائلة من النجوم التي تنتمي إليها شمسنا، الشمس التي تنير الأرض وتدفئها.

والشمس هي النجم الذي تتوقّر لنا حوله أكبر كمية من المعلومات. فهي مركز نظامنا الشمسيّ، وأرضنا تدور حولها. لكنّ الشمس ليست سوى نجم واحد من بلايين النجوم التي يشتمل عليها الكون، ونظامنا الشمسيّ ليس سوى جزء صغير من المجرة الهائلة التي نطلق عليها اسم درب اللبنة. ويمكن رؤية عدد كبير من المجرات الأخرى عند استعمال التلسكوب.

طبيعة النجوم

يتفق الفلكيون عموماً على أنّ قطر معظم النجوم مساو تقريباً لقطر شمسنا. إلّا أنّ حجم بعض النجوم لا يتعدّى عُشر حجم الشمس، فيما يفوق حجم بعضها الآخر حجم شمسنا بمئة ضعف.

والنجوم هي في الحقيقة كرات ضخمة من الغازات المتوهجة يتوقّف سطوعها على حجمها ودرجة حرارتها. وتشكّل هذه الكرات المتوهجة محطات هائلة لتوليد الطاقة النووية؛ ويُعتقد اليوم أنّ هذه الطاقة تُطلق بعملية شبيهة بالتفاعل النووي الحراريّ الذي يحدث في انفجار القنبلة الهيدروجينية. ويسمح علم الفيزياء الفلكية بتحديد مكّونات النجم الكيميائية. وفي الكثير من النجوم، تكون مجسيمات أو ذرّات المادة في الغاز شديدة التباعد بعضها عن بعض، بحيث يكون الغاز أقلّ كثافة من الهواء الذي تنتفّسه بأكثر من ألف ضعف. ولكن على رغم رقة قوام المادة التي تتألّف النجوم، فإنّ النجم يحتوي على كمية كبيرة جداً من المادة تفوق كمية المادة الموجودة في الأرض ربما بمليون ضعف. ويحتوي النجم على الهيدروجين والأكسجين والنيتروجين، وربما أيضاً على الحديد والكالسيوم وغيرهما من العناصر. في النجوم الأقلّ حرارة، قد تكون المادة شبه سائلة، مثل الحديد الغالي في القرن العالي. وفي بعض النجوم القديمة والباردة نسبياً، يمكن أن تكون المادة شديدة التراصّ بحيث أنّ حركة دورانية فيدور أحدهما حول الآخر.



نجم فوق كوكب



نجوم في الفضاء

٢,٥ سم منها قد يزن طناً. ويُعرف هذه النجوم بالنجوم الميتة أو المظلمة.

ويحدّد الفيزيائيّون الفلكيون هذه الوقائع بواسطة المطياف. وتسمح لهم هذه الأداة بتحديد أنواع المادة التي يحتوي عليها النجم، ودرجة حرارته من الضوء الذي يشعه النجم. ولكن، كيف يعيّن الفلكيون موقع النجوم الميتة التي لا تطلق أيّ ضوء؟ يُكتشف وجود بعض هذه النجوم لأنّها تكون قرب نجوم ساطعة، وتبقي قوّة الجاذبية النجمين في حركة دورانية فيدور أحدهما حول الآخر.

٢,٥ سم منها قد يزن طناً. ويُعرف هذه النجوم بالنجوم الميتة أو المظلمة.

ويحدّد الفيزيائيّون الفلكيون هذه الوقائع بواسطة المطياف. وتسمح لهم هذه الأداة بتحديد أنواع المادة التي يحتوي عليها النجم، ودرجة حرارته من الضوء الذي يشعه النجم. ولكن، كيف يعيّن الفلكيون موقع النجوم الميتة التي لا تطلق أيّ ضوء؟ يُكتشف وجود بعض هذه النجوم لأنّها تكون قرب نجوم ساطعة، وتبقي قوّة الجاذبية النجمين في حركة دورانية فيدور أحدهما حول الآخر.

وتقوم إحدى وسائل تقدير عدد النجوم على قياس كمية الضوء والتأثيرات الأخرى الناتجة عن عدد معروف من النجوم، ومقارنتها مع التأثير الذي تعطيه السماء بأكملها. ويقول بعض الفلكيين إنّ درب اللبنة وحدها تحتوي على أكثر من ١٠٠ بليون نجم، وإنّ درب اللبنة لا تتألّف إلّا من النجوم الأقرب إلينا. وتتجمّع النجوم في كتل هائل يُطلق عليه اسم المجرة. ويُقدّر الفلكيون أنّ هناك بلايين المجرات الأخرى (التي تُعرف أيضاً بالسُدُم خارج المجرة). وإذا كانت التقديرات غير

واستناداً إلى حركة النجم الساطع، يحدّد الفلكيون طبيعة النجم المظلم.

وفي بعض النجوم المزدوجة، أو الثنائية، يترجّح النجم المظلم بانتظام أمام النجم الساطع فيقطع الضوء. ويُعرف هذا الزوج من النجوم باسم النجم المتغيّر، أو النجم الثنائي الإنكسافي. ويطلق بعض النجوم المظلمة أشعة تحت الحمراء يمكن تصويرها.

عدد النجوم

لا يستطيع الفلكيون سوى إعطاء تقدير فقط للعدد الإجماليّ للنجوم في الكون.



الغمامة المشعة، وهي الأكبر بين الغمامات التي تحتوي غازات وغباراً، وعندما تكون بجوار نجم مستعر، تلتقط الإشعاعات فوق البنفسجية، وتشتعل الطاقة النووية الغازية التي تتحوّل إلى نجوم بحجم الشمس يفوق عددها ١٠٠,٠٠٠ نجم. والغمامة المشعة يمكن أن تتواجد ضمن مجرة درب اللبانة أو أي مجرة أخرى.

الغمامة الغازية التي توجد ضمن مجرة درب اللبانة فقط، وهي على شكل كرة تحتوي غازات وغباراً.



بعيدة عن الحقيقة في ما يتعلّق بدرب اللبانة، فهذا يعني أنّ عدد النجوم كبير إلى حدّ لا يمكن تصوّره.

بُعْد النجوم

يقيس الفلكيون المسافات الهائلة التي تفصلنا عن النجوم بالسنوات الضوئية. والسنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة، وذلك بسرعة ٢٩٩,٧٩٦ كيلومتر في الثانية. وأقرب نجم مرئي من الأرض هو نجم الظلّمان الرئيسيّ أو ألفا Centauri، الذي يمكن رؤيته في سماء نصف الكرة الجنوبيّ. ويبعد هذا النجم ١/٣ ٤ سنوات ضوئية عن الأرض. وتحتوي الكوكبة نفسها على نجم أصغر وربما أقرب إلينا، هو الظلّمان القريب Proxima Centauri، الذي لا يمكن رؤيته إلّا بالتلسكوب. ويُعتقد أنّ عدداً لا يُحصى من المجرات الأخرى تقع على مسافة مليون سنة ضوئية تقريباً الواحدة من الأخرى.

وتكون أغلبية النجوم بعيدة جداً عن الأرض بحيث أنّ موقعها لا يتغيّر ظاهريّاً حتى عند رصدها من نقطتين على جهتين متقابلتين من مدار الأرض، تبعد الواحدة عن الأخرى ٣٠٠ مليون كيلومتر. وفي التلسكوب، يزيح بعض النجوم القريبة قليلاً بين النجوم المجاورة لها عند رؤيتها من هاتين النقطتين. وتُعرف هذه الزحزحة باختلاف المنظر النجميّ السنويّ، وتُحسب على أساسها المسافات التي تفصل النجوم القريبة عن الأرض. وقد أجرى الفلكيّ الألمانيّ فريدريش و. بيسيل أوّل تحديد صحيح للمسافة استناداً إلى اختلاف المنظر سنة ١٨٣٨.

حركات النجوم

إذا نظرنا إلى النجوم، ثمّ نظرنا إليها ثانية بعد حوالي الساعة من الوقت، نرى أنّ جميع النجوم، باستثناء النجم القطبيّ، قد غيّرت مواقعها في السماء. وينتج هذا التغيّر عن دوران الأرض حول محورها. وتبدو النجوم وكأنّها تدور في السماء من الشرق إلى الغرب، لأنّ الأرض تدور تحتها من الغرب إلى الشرق.

وفي ما عدا ذلك، تبدو النجوم دائماً في الموقع نفسه بالنسبة إلى بعضها البعض (باستثناء حركة اختلاف المنظر). ولهذا السبب، اعتقد القدماء أنّ معظم النجوم ثابت في السماء. ولم يستطيعوا رؤية سوى عدد قليل منها يتحرّك، فأطلقوا عليها اسم النجوم السيّارة. ولو كان كريستوف كولومبوس لا يزال حيّاً اليوم، لما رأى أيّ تغيير يُذكر في موقع النجوم، منذ اليوم الذي وصل فيه إلى العالم الجديد.

لكنّ الاختبارات الدقيقة تُظهر أنّ النجوم تتحرّك بسرعات هائلة. وتسير شمسنا ونظامنا الشمسيّ في الفضاء باتجاه كوكبة الجاثي بسرعة ١٩ كيلومتراً في الثانية تقريباً. وتُقاس حركة نجم ما نسبةً إلى خلفيّة النجوم، أو الكرة السماوية، عن طريق تصحيح الحركة الظاهرة باعتبار حركة النظام الشمسيّ، ما يعطي حركة النجم الذاتية.

بعض النجوم المهمة

الشّعرى اليمانية هي أكثر النجوم لمعاناً على الإطلاق. ويساوي حجم هذا النجم ثلاثة أضعاف حجم الشمس، ويبعد حوالي ٩ سنوات ضوئية عن الأرض. ويمكن رؤية الشّعرى اليمانية على أفضل نحو في شهر آذار، في سماء نصف الكرة الجنوبيّ. في سنة ١٨٤٤، أعلن بيسيل أنّ للشّعرى اليمانية نجماً مرافقاً لا يمكن رؤيته، وله نصف حجمها. ويسير هذا الزوج من النجوم باتجاه الأرض بسرعة تصل إلى حوالي ٥٧٥ كيلومتراً في الدقيقة. ولم يكن تلسكوب بيسيل قويّاً بما فيه الكفاية لتمييزهما الواحد من الآخر؛ لكنّ الأميركي ألفان ج. كلارك تمكّن من إيجاد النجم المرافق بواسطة تلسكوب بناه بنفسه.

ولا يحجب النجم المرافق للشّعرى اليمانية الضوء الذي ترسله إلى الأرض. أمّا نجم رأس الغول الشديد اللّمعان الذي ينتمي إلى كوكبة فرساوس فهو نجم ثنائيّ انكسافيّ. فلملّدة يومين ونصف اليوم تقريباً، يكون رأس الغول يمثل سطوع النجم القطبيّ. ثمّ يمر فجأة النجم المرافق بين رأس الغول والأرض، ويخفّ الضوء إلى الثلث لوضع ساعات.

نجم في الفضاء

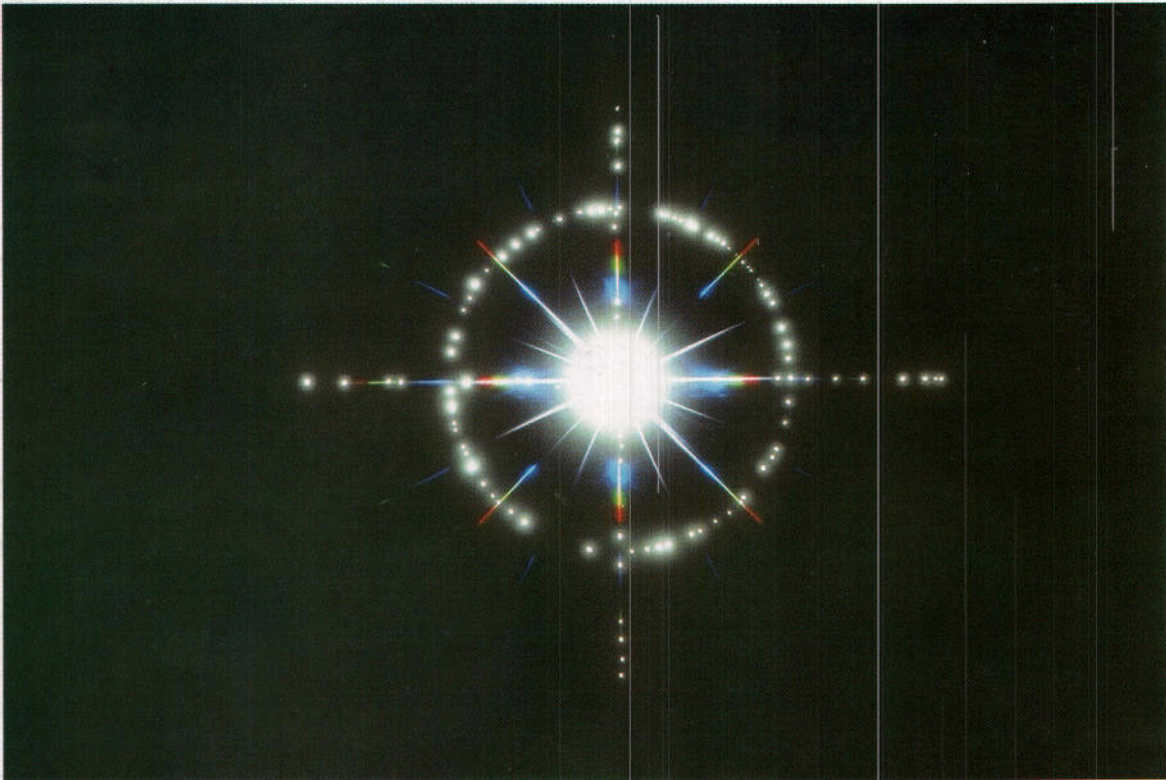
ويعرف الفلكيون اليوم أكثر من ٥٠ نجماً متغيّراً انكسافياً، أو نجماً ثنائياً، من هذا النوع. وقد جرى رصد أكثر من ١٣,٠٠٠ نجم مزدوج. إنّ تغيّر الضوء الناتج عن الكسوف مختلف تماماً عن التألّؤ، الذي يحدث للنجوم كافة. وتتلأّأ النجوم لأنّ تغيّر الأحوال الجويّة يعدّل انكسار نور النجوم ويغيّر سطوعه.

ويُعتبر النجم القطبيّ أهمّ نجم بالنسبة للبحارة، لكنّه ليس من أكثر النجوم لمعاناً في السماء، نظراً لبعده الهائل عن الأرض (حوالي ٦٨٠ سنة ضوئية). وتُظهر التلسكوبات القويّة أنّ النجم القطبيّ هو في الحقيقة مجموعة من ثلاثة نجوم.

أقدار النجوم وأحجامها

تُصنّف النجوم عادة بحسب قُدّرها أو مرتبتها، وفقاً لدرجة سطوعها. وتوضع في القدر الأوّل النجوم العشرون الأكثر سطوعاً: الشّعرى اليمانية وشهيل والظّلّمان الرئيسيّ والتسر الواقع والعتيق والسّمك الرامح ورجل الجيّار والعَميصاء (أو الشّعرى الشامية) وأشرنار والظّلّمان بيتا ومُنكبّ الجوزاء والتسر الطائر وكرويس ألفا، الدّبران ورأس هرقل والسنبله وقلب العقرب وفم الحوت وذنب الدجاجة وقلب الأسد.

وتحتوي المجموعة الثانية على ٥٠ نجماً، منها النجم القطبيّ. وتشتمل المجموعة الثالثة على ١٦٠ نجماً؛ والرابعة على ٥٠٠؛ والخامسة على ١٥٠٠؛ والسادسة على ٤٠٠٠. ولا تستطيع العين البشريّة عادة رؤية النجوم التي تكون أبهت من نجوم القدر السادس. ويزداد عدد النجوم بشكل هائل



في الأقمار الأكثر ارتفاعاً. ويمكن رؤية هذه النجوم وتصويرها بالتلسكوبات.

لا يمكن معرفة بُعد النجم عن الأرض من قدره فقط، لأنّ قدر النجم يتوقّف أيضاً على حجمه وسطوعه. إضافة إلى أنّ جميع النجوم تقع على مسافات كبيرة جداً منا بحيث أنّها تبدو كمصادر نقطيّة في التلسكوب. ولا يُفيد قياس الصورة بأيّ شيء عن حجم النجم. لكنّ الفلكيّين يستطيعون قياس قطر النجوم الساطعة القريبة. فإذا وُضعت صفيحة تحمل شقّين متوازيين فوق شبيّة التلسكوب، تُرثج صورة النجم التي يتمّ الحصول عليها عبر الشقّين بخطوط مضيفة ومظلمة بسبب التداخل. وإذا أبعاد الشقّان الواحد عن الآخر، تخفي الخطوط. ويتوقّف مقدار التباعد اللازم لاختفاء الخطوط على بُعد النجم وقطره.

يقع مُنكبّ الجوزاء على مسافة ٥٢٠ سنة ضوئية تقريباً من الأرض. وكان أوّل نجم جرى قياسه بالمُدخال (مقياس التداخل). ففي سنة ١٩٢٠، وجد الفلكيّون في مرصد جبل ويلسون أنّ قطر منكب الجوزاء يساوي تقريباً ٤١٦ مليون كيلومتر، أو ٣٠٠ ضعف قطر الشمس. ويُقدّر حجم النجوم الأكثر بعداً وفقاً لضوئها.

فئات النجوم وفقاً للعمر

إكتشف الفلكيّون أنّ حجم النجوم يتوقّف إلى حدّ بعيد على المرحلة التي تكون فيها النجوم، فهي تولد وتنضج وتشخّ وتموت. وخلال ذلك، تتفاعل فيها العناصر الكيميائية والحرارة، ما يؤدّي إلى تغييرات متوالية في اللون والضيائية (السطوع).

وبالتالي فإنَّ رصد هذه الخصائص يكشف المرحلة التي وصل إليها كلُّ نجم في دورة حياته. وفي علم الفلك، يُقارَن سطوع النجم بدرجة سطوع الشمس، إذا ما شوهد الجرمان على المسافة نفسها.

تُرتَّب الوقائع التي يمكن مشاهدتها في تصنيف يُعرف بفهرس درابر. تُقاس درجات الحرارة بميزان كلفين (ميزان مئوي يُستعمل فيه الصفر المطلق كدرجة الحرارة القاعدية). ويُعاد ترتيب الحروف المقابلة لأنواع النجوم في مقياس سابق بحيث تتناسب مع أيِّ معلومات لاحقة.

تُعرف نجوم الفئة «و» O بالنجوم فوق العملاقة، ومنها منكب الجوزاء ورجل الجبار وذنب الدجاجة وقلب العقرب. وتشكل هذه النجوم سحباً هائلة من الغاز. ونظراً إلى انقباضها بفعل قوَّة الجاذبية، تتولَّد كمّية هائلة من الطاقة المشعَّة تجعلها أكثر النجوم سطوعاً على الإطلاق. وتُعرف نجوم الفئة «ب» B، مثل السّمك الرامح، بالنجوم العملاقة، وهي أيضاً لا تزال في طور الانقباض.

وتقع معظم النجوم في السلسلة الرئيسية من «أ» A إلى «ك» K. وتتكوّن هذه النجوم بشكل رئيسي من الهيدروجين والهيليوم مع عدد قليل مناثار من العناصر الأثقل وزناً. وتكون هذه النجوم كثيفة بشكل كاف ليشهد باطنها درجات حرارة مرتفعة جداً، ما يحوّل الهيدروجين إلى هيليوم. ويولّد التحوّل كمّية كبيرة من الطاقة تسمح بالحفاظ على الحرارة والسطوع، على غرار ما تفعل شمسنا، وهي نجم من النوع «ج» G. في القسم الأخير من السلسلة، تكون النجوم باردة بالشكل الكافي لتسمح بتشكُّل الجزيئات. وتحتوي هذه الجزيئات على الكربون في نجوم الفئتين «ر» R و«ن» N، وعلى أكسيد الزُّركونيوم في نجوم الفئة «س» S.

عند نفاذ الوقود النووي، تلتحق النجوم بفئة النجوم القزمة. وفي هذه النجوم، تُنزع الإلكترونات عن نوى الذرات، وتُزوّج الجسيمات إلى حد بعيد. وفي هذه الحالة من الانحلال، تكون المادّة كثيفة جداً حتّى أنّ ستيتمراً مكتباً واحداً منها يمكن أن يزن مئات الأطنان. وتُشعّ النجوم القزمة ما يكفي من الضوء بحيث يمكن رؤيتها على مسافة فلكيّة قصيرة. ويُطلق بعضها ضوءاً أبيض، مثل النجم المرافق للشعري اليمانيّة، فيما يُشعّ بعضها الآخر ضوءاً أحمر.

تجمّع النجوم في مجرات

في الليالي الصافية، تمتدّ درب اللبّانة (شريط رفيع من الضوء الأبيض الباهت) في السماء، من الشمال إلى الجنوب. ويتألّف

الشريط في الحقيقة من تجمّع عدد لا يُحصى من النجوم، ويُعرف هذا التجمّع بالمجرة. وليست شمسنا سوى واحد من هذه النجوم. وتتخذ المجرة شكل العدسة، ويقع مركزها في اتجاه كوكبيتي القوس والرامي على بُعد ٣٣,٠٠٠ سنة ضوئية تقريباً من الأرض. ويبلغ سمك المجرة عند مركزها حوالى ١٥,٠٠٠ سنة ضوئية ويصل قطرها إلى حوالى ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئية. وتحتوي المجرة على أكثر من ١٠٠ بليون نجم. وضمن مدى رؤية التلسكوبات القويّة، هناك عشرات البلايين من المجرات الأخرى، التي تقع على بعد مليون سنة تقريباً الواحدة عن الأخرى. والمجرة الكبيرة مجرة أندروميда «Andromeda» هي إحدى أقرب المجرات إلينا. وتتخذ هذه المجرة شكل دولاب هواء عملاق، وتدور حول محورها. إنّ درب اللبّانة شبيهة بهذه المجرة من حيث الشكل والحركة، وتقوم الشمس بدورة واحدة حول المجرة كلَّ ٢٠٠ مليون سنة تقريباً.

النجوم الزائفة: أجرام شبيهة بالنجوم

في أوائل الستينات من القرن العشرين، اكتُشفت أجرام سماوية شبيهة بالنجوم أطلق عليها اسم النجوم الزائفة (Quasars بالأجنبيّة، أي مصادر إشعاعيّة شبه نجميّة). وتُطلق النجوم الزائفة ضوءاً شديداً وموجات إشعاعيّة، وتساوي كتلتها ملايين أضعاف كتلة الشمس. ويُعتقد أنّ هذه الأجرام تبعد بلايين السنوات الضوئية عنا، وتبتعد عن الأرض بسرعات فائقة.

وتشير إحدى النظريّات إلى أنّ النجم

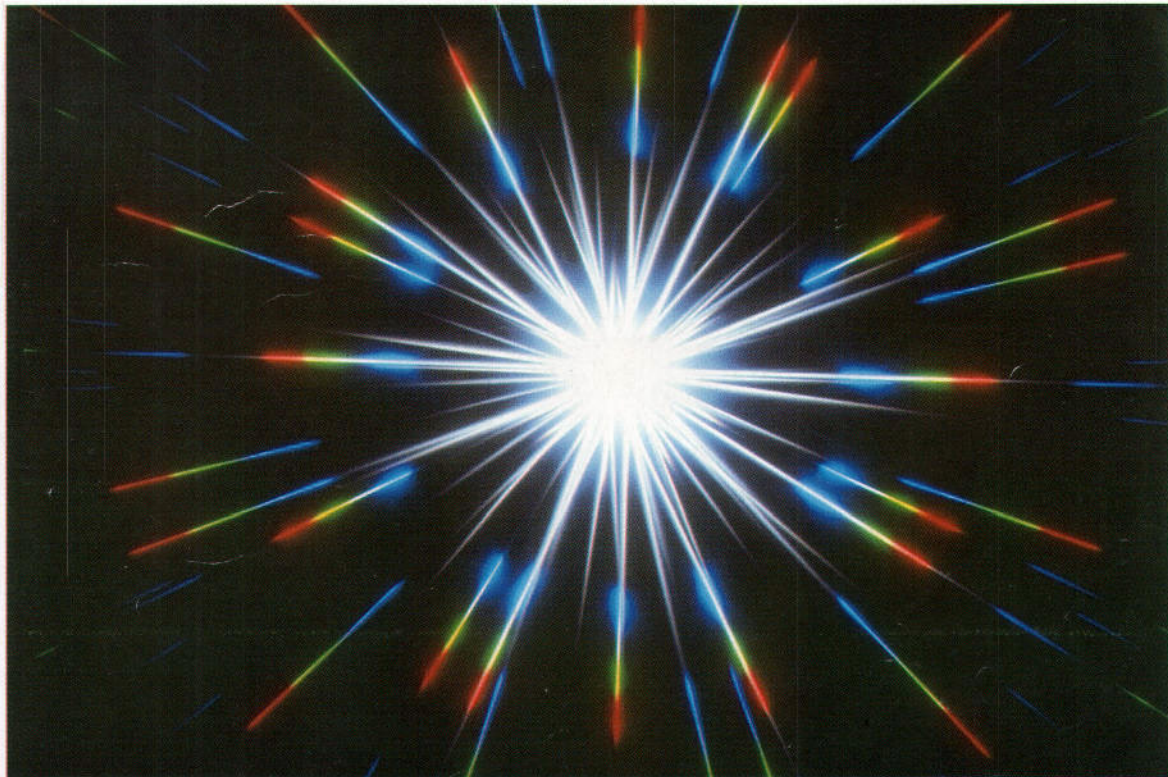


في علم التنجيم، تقسّم دائرة البروج إلى ١٢ قوساً، كلّ واحد من ٣٠°، تعرف بالأبراج أو البروج. ويطلق على هذه البروج، أو «المازل الفلكيّة»، أسماء الكواكب التي تمرّ فيها دائرة البروج.

الزائف يحتوي على نواة تولّد طاقة نوويّة حراريّة. وتستحقّ هذه الطاقة طبقتين محيطتين شبيهتين بالسحاب. وتشكّل الطبقة الداخليّة المرئيّة من الغاز المضّي أو الغاز المؤيّن Plasma. وتحتوي الطبقات الخارجيّة على إلكترونات تدور بشكل لولبيّ عبر حقل النجم الزائف المغنطيسيّ، وتبعث إشارات إشعاعيّة (راديّة).

وقد أطلق على الأجرام التي تشبه النجوم الزائفة ولكن لا تبتّ موجات إشعاعيّة، اسم المجرات الزرقاء شبه النجميّة أو الأجرام النجميّة الزرقاء. يتجاوز عدد هذه الأجرام بحوالى ٥٠٠ ضعف عدّة النجوم الزائفة،

انفجار نجم مستعر عظيم Supernova



مركز السحابة بتسليط ضغط باتجاه الخارج يؤدّي إلى توقف الانهيار. وتبدأ النجوم بالتشكّل في وسط السحابة. وعندما تبدأ النجوم بإشعاع الطاقة الناتجة عن الانقباض التثاقليّ، تُطرد غازاتها تاركة مجموعة نجميّة.

ومع ارتفاع درجة الحرارة داخل النجم، يُدثّر الديوتريوم (الهيدروجين الثقيل)، ثم يليه انحلال الليثيوم والبريليوم والبورون إلى هيليوم. تستمرّ درجة الحرارة في نواة النجم بالارتفاع حتى تبلغ مستوى خرج تبدأ فيه تفاعلات الالتحام النوويّ. وما أن يبدأ الالتحام في نواة النجم حتى يتوقّف الانقباض ويبداً النجم باستعمال هيدروجينه بسرعة كبيرة جداً، فيحوّله إلى هيليوم. في هذه المرحلة الرئيسيّة، يطلق النجم كمّيّات هائلة من الطاقة في غلافه وفي الفضاء المحيط به.

النجم الهمرم

تتوقّف المراحل النهائيّة من تطوّر النجم على كتلته، وعلى ما إذا كان جزءاً من نظام ثنائيّ. وعندما يصل النجم عموماً إلى المرحلة الرئيسيّة، يواصل تطوّره بإحدى الطريقتين التاليتين.

النجوم ذات الكتلة الصغيرة أو المتوسطة:

تبقى النجوم المنفردة التي تقلّ كتلتها ١,٤ ضعف عن كتلة الشمس وقتاً طويلاً جداً في المرحلة الرئيسيّة. وبمرور الوقت، يتغيّر تركيب النجم الكيميائيّ. ويتحوّل الهيدروجين في نواته إلى هيليوم، وترتفع درجة الحرارة المركزيّة ببطء.

ويترافق التغير في التركيب بتغيرات في بنية النجم وحجمه وضيائيّته. ومع انتهاء المرحلة الرئيسيّة، تكون جميع كمّية الهيدروجين في النواة قد استُنفدت تماماً، وأصبحت المنطقة المركزيّة تتألّف بشكل شبه كامل من الهيليوم الهامد. ويبدأ إنتاج الطاقة في طبقة رقيقة حول النواة. وتزداد كتلة النواة تدريجيّاً، لكنّ حجمها يتضاعل، لأنّ كمّيّات متزايدة من العناصر الهامدة تدخل إليها عبر الطبقة الحارقة للهيدروجين. ومع تمدّد الطبقات الخارجيّة وابتدادها، يصبح النجم أحمر اللون. وفي الوقت نفسه، تسخّن الطاقة التي تولّدها النواة المنقبضة الهيدروجين، وتزيد ضيائيّة النجم. ويكون النجم عند ذلك في مرحلة العملاق الأحمر الأولى.

يتميّز العملاق الأحمر ببنية معقّدة تحدّث فيها أنواع مختلفة من التفاعلات النوويّة على أعماق مختلفة. وبينما تصبح النواة كثيفة وحارّة، ترتفع الطبقات الخارجيّة وتبرد، وتحيط في النهاية بالنجم لتشكّل سديماً كوكبيّاً. ومع الوقت، يفقد النجم المادّة

الموجودة في السديم الكوكبيّ، وتبرد النواة المتبقّيّة لتصبح قرماً أبيض. وقد أعطيت النجوم القزّمة البيضاء هذا الاسم بسبب اللون الأبيض الذي يميّز أولى النجوم المكتشفة من هذا النوع. وتتميّز هذه النجوم بضيائيّة منخفضة وكتلة مشابهة لكتلة الشمس وشعاع مساو لشعاع الأرض. ونظراً لارتفاع كتلة هذه النجوم وصغر حجمها، فهي أجرام كثيفة وملتزمة تقارب كثافتها مليون ضعف كثافة الماء. وتتألّف المنطقة المركزيّة من النجم القزم الأبيض النموذجيّ من مزيج من الكربون والأكسجين. ويحيط بهذه النواة غلاف رقيق من الهيليوم، وفي معظم الحالات، طبقة أرقّ من الهيدروجين. ولا يستطيع الفلكيّون أن يشاهدوا سوى الطبقات الخارجيّة فقط من النجوم القزّمة البيضاء.

ونظراً إلى أنّ النجوم القزّمة البيضاء قد استنفدت جميع وقودها النوويّ، فهي لا تحتوي على أيّة مصادر متبقّيّة من الطاقة النوويّة. وعندما يُستنفد أيضاً مخزونها من الطاقة الحراريّة – أي عندما يصبح النجم بارداً – يتوقّف القزم الأبيض عن الإشعاع ويصبح بقية نجميّة هامدة، تُعرف أحياناً بالقزم الأسود.

وتوجد أحياناً النجوم القزّمة البيضاء في أنظمة النجوم المزدوجة، حيث يدور النجمان الواحد حول الآخر عن قرب. وفي بعض الحالات، يمتدّ عملاق أحمر إلى مجال جاذبيّة القزم الأبيض. ونظراً إلى أنّ حقل جاذبيّة القزم الأبيض يكون قويّاً جداً، فإنّ المادّة الغنيّة بالهيدروجين في طبقات الجوّ الخارجيّة للعملاق الأحمر تُجذب إلى النجم الصغير. وعندما تتراكم كمّية كبيرة من هذه المادّة على سطح القزم الأبيض، يحدث انفجار نوويّ على السطح يؤدّي إلى قذف الغازات السطحيّة الساخنة. ويصبح القزم الأبيض مستسعرّاً عندما تفجّر الطاقة الناتجة عن هذه التفاعلات المادّة المتراكمة في انفجار وجيز ولكن عنيف. ويفصل انفجار المستسعر النجمين الواحد عن الآخر ويقطع انتقال المادّة حتى يعود النجمان، بعد وقت طويل جداً، إلى الاقتراب الواحد من الآخر من جديد.

يزيد انفجار المستسعر لوقت وجيز ضيائيّة القزم الأبيض الضعيفة آلاف أضعاف، وأحياناً ١٠٠,٠٠٠ ضعف مستواها العاديّ. وقد يسطع المستسعر بقوّة لعدّة أيّام أو أحياناً لبضعة أسابيع، قبل أن يستعيد تدريجيّاً حالته السابقة كقزم أبيض. وفي جميع الحالات تقريباً، تكون ضيائيّة النجوم ضعيفة جداً قبل حدوث الانفجار بحيث أنه

لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة. إلّا أنّ الازدياد المفاجيء في ضيائيّتها يكون أحياناً كبيراً جداً بحيث يمكن رؤيتها مباشرة في سماء الليل. وقد تبدو هذه الأجرام كنجوم جديدة لمن يشاهدها من الأرض.

النجوم ذات الكتلة الكبيرة: في النجوم المنفردة التي تفوق كتلتها كتلة الشمس بخمسة أضعاف، تتوالى الأحداث بشكل أسرع. ويمكن أن تستمرّ هذه النجوم بتوليد الطاقة عن طريق الالتحام، بعد أن تكون قد استنفدت مخزونها من الهيدروجين. ويعود ذلك إلى أنّ طاقة جاذبيّتها الكامنة تسمح لها بخلق ضغط مرتفع جداً في داخلها. وبهذه الطريقة، تستطيع هذه النجوم خلق عناصر ثقيلة مثل الحديد في نواها. وبعد انتهاء المرحلة الرئيسيّة، تصبح هذه النجوم عملاقة فائقة حمراء. ويُعتقد أنّ التفاعلات التي تشمل التحام الحديد تؤدّي إلى انهيار نواة النجم. وتنفجر الطبقات الخارجيّة للنجم ذي الكتلة المرتفعة بعنف شديد في شكل انفجار مستسعر فائق.

وبخلاف انفجار المستسعر، يكون انفجار المستسعر الفائق حدثاً كوارثيّاً بالنسبة للنجم؛ وهو حدث يضع حداً لحياة النجم النشيطة (المولّدة للطاقة). وطوال عدّة أشهر، يمكن أن يسطع المستسعر الفائق ١٠ بلايين ضعف أكثر من أيّ نجم عاديّ. والمستسعر الفائق هو ظاهرة نادرة الحدوث، لا تحدث إلّا مرة تقريباً كلَّ قرن في مجرة بحجم درب اللبّانة.

المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ

في ٢٤ شباط ١٩٨٧، تمّ اكتشاف أوّل مستسعر فائق يمكن رؤيته بالعين المجردة منذ حوالى أربعة قرون. أطلق على هذا الانفجار اسم المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ، وقد شاهده في الوقت نفسه تقريباً فلكيّون تشيليّون وفلكيّ هاو من نيوزيلاندا. وكان أوّل مستسعر فائق ساطع بما فيه الكفاية ليتمكّن الفلكيّون من تحليله بالتفصيل باستعمال الأجهزة والأدوات الحديثة.

وقد شوهد المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ في البداية عندما كان قد بلغ قدراً مجاوراً للقدر اللامز لرؤيته بالعين المجردة. وكان ساطعاً جداً بحيث أنّ الفلكيّين تمكّنوا من دراسته

بجميع الأطوال الموجيّة تقريباً من الطيف المغنطيسيّ الكهربائيّ: أشعّة راديّة، أشعّة تحت الحمراء، ضوء مرئيّ، أشعّة فوق البنفسجيّة، أشعّة سينيّة (أشعّة إكس) وأشعّة جاما. وقد ترافقت أيام الانفجار الأولى بتفجّر الموجات الإشعاعيّة. وانخفضت ابتعاثات المستسعر الفائق من الأشعّة تحت الحمراء بسرعة كبيرة، ما يدلّ على انخفاض

سريع في درجة حرارة غلاف المادّة المقذوفة المتمدّدة. وكشفت المشاهدات اللاحقة عن وجود غلاف آخر من المادّة، بعيداً عن المستسعر الفائق بحدّ نفسه، يُحتمل أن تكون مادّة قُذّدت قبل موت النجم النهائيّ.

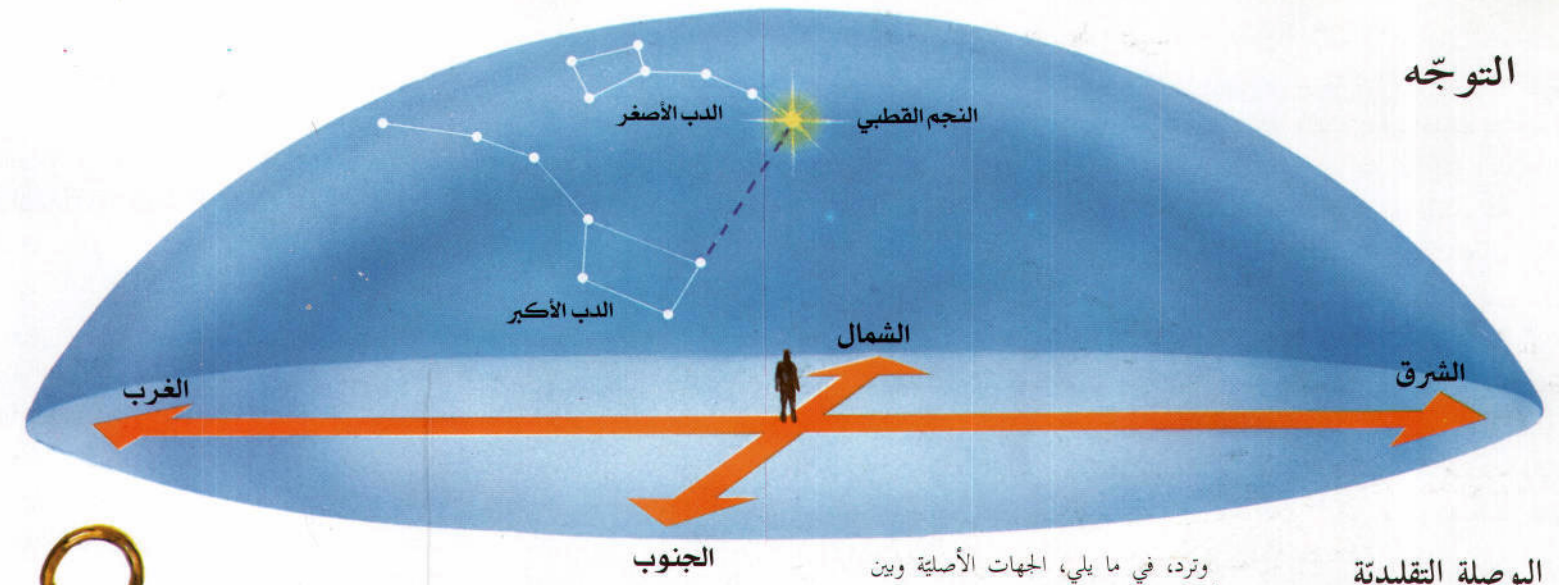
وجد العلماء أنّ سلف المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ كان نجماً عملاقاً فائقاً تجاوزت ربما كتلته قبل الانفجار كتلة الشمس بـ ٢٠ ضعفاً. وسجّلت أجهزة الكشف الموضوععة عميقاً في الأرض في كل من الولايات المتحدة واليابان تفجّراً من النيوتريّنات (جسيمات متعادلة وعديمة الكتلة تتفاعل بشكل ضعيف) نتج عن انهيار نواة النجم السلفيّ. وقد وصلت النيوتريّنات، التي تسير بسرعة الضوء، قبل أن يُكشف وجود المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ بصريّاً بشكل مباشر.

حتى ظهور المستسعر الفائق ١٩٨٧ أ، لم يُسجّل حدوث سوى سبع ظواهر من هذا النوع في التاريخ. وكان أشهرها المستسعر الفائق الذي ظهر في سنة ١٠٥٤، وقد سجّله مراقبون صينيّون وكوريّون. وتشير الرسوم على الصخور إلى أنّ الهنود الأميركيّين في جنوب غرب الولايات المتحدة قد شاهدوه ربما أيضاً. وكان هذا المستسعر الفائق مضيقاً جداً بحيث أمكنت رؤيته خلال النهار، واستمرت ضيائيّته طوال عدّة أسابيع. وقد شوهد مستسعران فائقان آخران في سنتيّ ١٥٧٢ و١٦٠٤.

النجوم النيوترونيّة والبولسارات والثقوب السوداء

بعد انفجار المستسعر الفائق، يمكن أن تبقى النواة على شكل نجم نيوترونيّ. ويتكوّن هذا النوع من النجوم من نيوترونات مترامّصة جداً، ما يعطيها كثافة عالية تفوق كثافة الشمس ببضعة أضعاف، وقطر لا يتجاوز ٢٠ إلى ٥٠ كيلومتراً تقريباً. ويمكن تصوير النجم النيوترونيّ كنواة ذريّة عملاقة متماسكة بفعل قوّة جاذبيّتها الخاصّة. ويرسل الكثير من النجوم النيوترونيّة نبضات قصيرة من الموجات الإشعاعيّة (الراديّة) على فترات منتظمة جداً. تُعرف هذه الأجرام النجميّة عادة بالبولسارات، أو النجوم النابضة، ويُعتقد أنّها نجوم نيوترونيّة دوّارة.

إذا كانت الكتلة المتبقّيّة من المستسعر الفائق أكبر ضعفين أو ثلاثة من كتلة الشمس، فلا يمكن أن يتشكّل نجم نيوتروني. وبدلاً من ذلك، يستمرّ المستسعر الفائق بالانهيار إلى الداخل ويشكّل في النهاية ثقباً أسود، وهو جرم له حقل جاذبيّة قويّ جداً، حتّى أنّ لا شكل من أشكال المادّة أو الطاقة – ولا حتّى الضوء – يستطيع الإفلات منه.



البوصلة التقليدية

البوصلة جهاز لتعيين الاتجاه. ويتمثل أبسط أشكال البوصلة في إبرة ممغنطة مركبة على محور يسمح لها بالدوران بحرية. تتراصف الإبرة مع حقل الأرض المغنطيسي وتشير باتجاه الشمال المغنطيسي. ونجد تحت الإبرة قرص البوصلة، الذي يحمل جهات ودرجات متباعدة بانتظام تشير إلى الاتجاه. إنّ الجهات الأصلية الأربع التي تحملها البوصلة هي: الشمال والشرق والجنوب والغرب. أما الجهات بين الجهات الأصلية فهي الشمال الشرقي والجنوب الشرقي والجنوب الغربي والشمال الغربي. وتحمل البوصلات الكبيرة الـ ٣٦٠ درجة التي تكون الدائرة مسجلة باتجاه عقارب الساعة، إضافة إلى الجهات الأصلية والجهات بين الأصلية.

وترد، في ما يلي، الجهات الأصلية وبين الأصلية ومواقعها على الدائرة، بالدرجات.

الشمال - صفر أو ٣٦٠ درجة
الشمال الشرقي - ٤٥ درجة
الشرق - ٩٠ درجة
الجنوب الشرقي - ١٣٥ درجة
الجنوب - ١٨٠ درجة
الجنوب الغربي - ٢٢٥ درجة
الغرب - ٢٧٠ درجة
الشمال الغربي - ٣١٥ درجة

تساعد بوصلة الجيب البسيطة الناس على إيجاد طريقهم حيث لا معالم توجيههم. فعلى سبيل المثال، إذا احتاج شخص للسفر غرباً لأجل بلوغ أقرب بلدة، يقوم بتوجيه الإبرة بحيث يطابق طرفها علامتي الشمال والجنوب على قرص البوصلة. ثم يسير هذا الشخص في اتجاه ٩٠ درجة إلى يسار الطرف الشمالي من الإبرة.

النجم الشمالي

النجم القطبي نجم تسهل رؤيته في السماء، ويبدو وكأنه يقع فوق القطب الشمالي مباشرة. والنجم القطبي في الوقت الحاضر هو بولاريس، أو نجم القطب، أكثر النجوم إشعاعاً في كوكبة الدب الأصغر. يقع نجم القطب ضمن درجة واحدة من المكان الذي يخرق فيه الإمتداد الشمالي لمحور الأرض السماء. ونظراً لهذا الموقع، يبدو نجم القطب غير متحرك، فيما تبدو النجوم الأخرى وكأنها تدور حول محور الأرض مع دوران الأرض حول نفسها. لهذا السبب، استعمل نجم القطب عبر العصور لإرشاد الملاحين إلى وجهتهم. ينتمي نجم القطب إلى نجوم القدر أو المرتبة الثانية. وكلما ازداد لمعان النجم انخفض قدره.

لن يبقى نجم القطب Polaris هو النجم القطبي دائماً، نظراً إلى أن محور الأرض لن يمتد دائماً في اتجاه نجم القطب. فإنّ المحور الذي تدور

الشتاء



حوله الأرض يغير اتجاهه في حركة دائرية تُعرف بالمبادرة. يخط كل من طرفي المحور دائرة وهمية في السماء. وتستغرق الدورة الكاملة حول الدائرة حوالي ٢٦,٠٠٠ سنة. وهكذا، فإنّ كل نجم من النجوم الأكثر تألقاً الواقعة على دائرة المبادرة أو بجوارها فوق القطب الشمالي يصبح النجم القطبي لمدة معينة. فبعد ١٢,٠٠٠ سنة تقريباً، سوف يشير محور الأرض شمالاً باتجاه بقعة قرب النسر الواقع Vega في كوكبة القيثارة. وبعد ٢٢,٠٠٠ سنة تقريباً سوف يصبح ثوبان Thuban في كوكبة الثنين النجم القطبي. وبعد ٢٦,٠٠٠ سنة، سوف يعود نجم القطب، بولاريس، إلى موقعه الحالي بالنسبة لمحور الأرض، ويصبح النجم القطبي من جديد.

كوكبتا الدب الأكبر والدب الأصغر في القبة السماوية لنصف الكرة الشمالي

دوّارة الرياح



الصيف



الخريف



البوصلة

البوصلة جهاز يشير إلى الاتجاه، يستعمله البحارة والطيارون والمخيمون والصيادون وغيرهم من المسافرين للتمكن من الانتقال من مكان إلى آخر. يُستعمل نوعان رئيسيان من البوصل: البوصلة المغنطيسية، التي بدأ استعمالها في شكلها البدائي في القرن العاشر للميلاد؛ والبوصلة الجيروسكوبية، وهي أداة تم ابتكارها في أوائل القرن العشرين. في البوصلة المغنطيسية، يتم الحصول على الاتجاهات بواسطة إبرة مغنطيسية أو أكثر تشير في الاتجاه العام للقطب الشمالي المغنطيسي بتأثير من حقل الأرض المغنطيسي. وتشكل البوصلة الجيروسكوبية، التي لا تتأثر بمغنطيسية الأرض، من جيروسكوب مع وجود الدولاب الدوّار على محور مقصور على المستوى الأفقي، ما يجعل مجزعه يتراصف مع الخطّ الشمالي الجنوبي المتوازي مع محور دوران الأرض ويشير بالتالي إلى الشمال الحقيقي.

البوصلة المغنطيسية

تتألف البوصلة المغنطيسية في أبسط أشكالها من إبرة ممغنطة مركزة على محور في وسط قرص مدرّج ثابت، بحيث تدور الإبرة بحرية في المستوى الأفقي. تحمل البوصلة البحرية، وهي بوصلة مغنطيسية كبيرة تُستعمل على متن السفن، حزاماً من الإبر المغنطيسية المتوازية المثبتة في الجهة السفلية من قرص البوصلة، الذي يدور حول مركزه في حوض نحاسي زجاجي الغطاء. يُعلق الحوض أفقياً، ما يسمح للقرص بالحفاظ على وضعه بالرغم من تزعّج وتمايل السفينة.

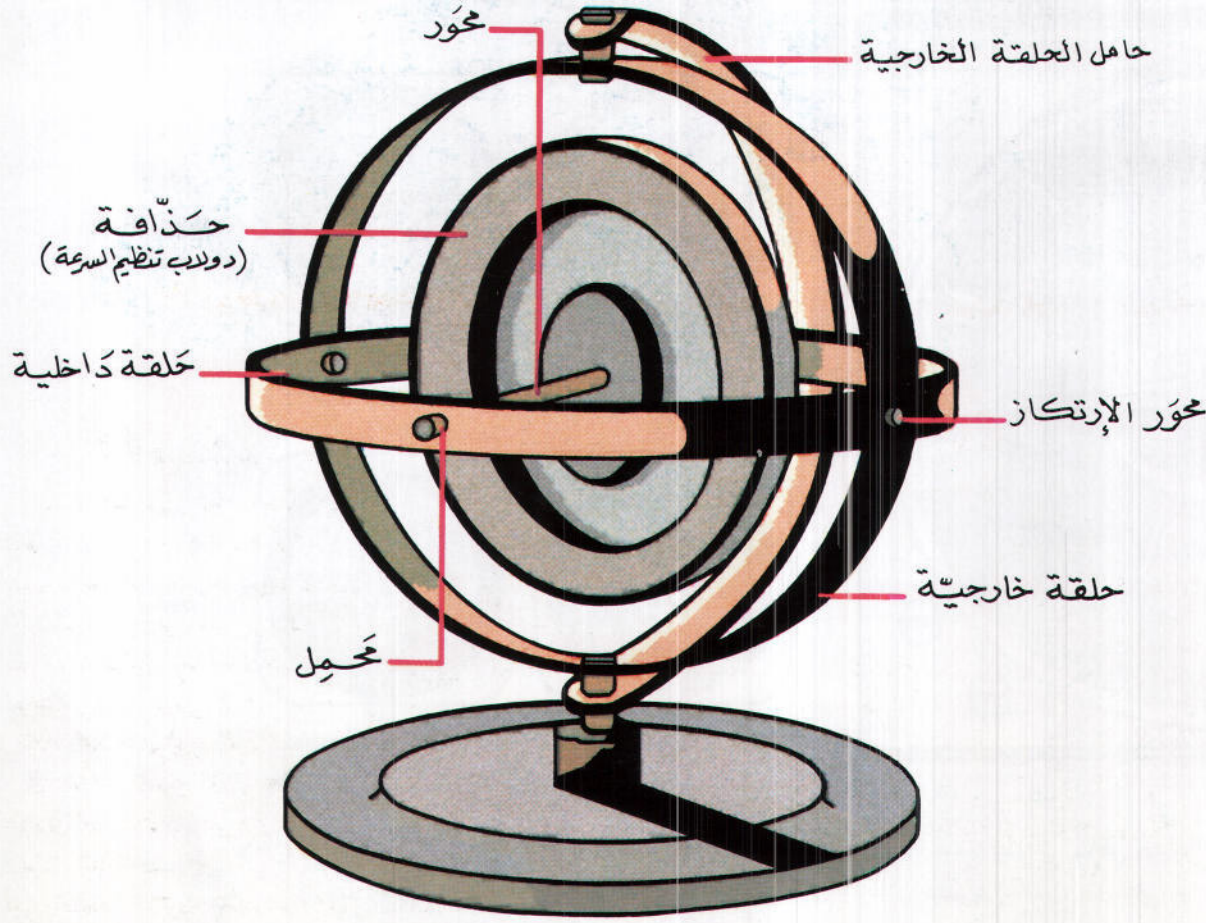
في البوصلة السائلة، التي هي أكثر أنواع البوصل البحرية استقراراً، يُملأ الحوض بسائل، يتألف عادة من مزيج من الكحول والماء. يساعد السائل على حمل القرص المدرّج، الذي يدور في هذا النوع من البوصل حول مركزه ويطفو في السائل، ما يخفف من احتكاك المحور، واهتزازات القرص الناتجة عن حركة المركب. نظراً لهذه المميزات، تُستعمل البوصلة السائلة أكثر بكثير من البوصلة الجافة. ويحمل هذان النوعان خطاً عمودياً أسود مرسوماً على السطح الداخلي من الحوض. ويمكن الحصول على وجهة سير السفينة بقراءة عدد الدرجات على القرص المواجه للخط. لا تشير البوصلة المغنطيسية في اتجاه الشمال المغنطيسي إلا إذا كانت السفينة خالية من المغنطيسية، وإذا لم توجد أي أشياء حديدية أو فولاذية بقرص البوصلة. في حال كانت السفينة مغنطيسية وحرفت أجساماً

حديدية وفولاذية الإبرة المغنطيسية، يقع الخطّ المعروف بالإنحراف. ولتصحيح الانحراف، توضع البوصلة في صندوق يُعرف بصندوق المعادلة، مجهّز بمجموعة من المغنطيسات المرتبة بحيث تعادل التأثيرات المشوّشة.

للحصول على قراءة صحيحة للشمال الحقيقي على البوصلة المغنطيسية، يجب أيضاً تصحيح الحذور، أي الزاوية بين خطوط الطول المغنطيسية والحقيقية. وتتغير هذه الزاوية في القدر، وفي الاتجاه من شرق إلى غرب خط الطول الحقيقي، خصوصاً مع الموقع الجغرافي، وإلى حد ما في الزمن. تمّ تحديد قدر واتجاه والتغير السنوي للحذور المغنطيسي لمعظم الأماكن على سطح الأرض، وقد سجّلت هذه المعطيات على جميع الخرائط. تحدث أيضاً تغييرات عابرة غير متوقّعة في الحذور المغنطيسي، خصوصاً في الأماكن القريبة من القطبين، وذلك نتيجة للعواصف المغنطيسية.

لا يمكن الاعتماد على البوصلة البحرية في الطائرات، نظراً للأخطاء الناشئة عن الانعطافات المفاجئة وتسارع الطائرة. ولإلغاء مثل هذه الأخطاء، صُمّمت بوصلة خاصة للطائرة مجهزة بوحدات مغنطيسية

الجيروسكوب



صُمّم هذا الجيروسكوب بحيث تشير الحذافة والمحور بحرية في جميع الاتجاهات. والجيروسكوبات مفيدة جداً في الملاحه نظراً إلى أنها «عاطلة في الفضاء»؛ يشير دائماً الجيروسكوب الدوّار المركّب في مركبة معينة في الاتجاه نفسه. وبالتالي فإنّ الجيروسكوب يسمح بتحديد اتجاه المركبة من دون الاعتماد على أي معالم بصرية قد لا تتوفّر في بعض الأحيان (في الضباب أو في الليل مثلاً).

أجسام كروية أو دولابية الشكل أو قرصية الشكل تُركّب عموماً بشكل يجعلها حرة في الدوران في جميع الاتجاهات؛ وتُستعمل هذه الأجسام لإظهار هذه الخاصيات أو للإشارة إلى حركات في الفضاء. إنّ الجيروسكوب الذي يتحرك حول محور واحد عدا محور الدوران يحمل أحياناً اسم الجيروسكوبات أو المُقرّ الجيروسكوبي. يخضع الجيروسكوب في جميع استعمالاته العملية تقريباً لهذا النوع من القسر أو التقييد، وتُضاف عادة صفة «جيروسكوبي» إلى اسم وجهة الاستعمال، كما، على سبيل المثال، البوصلة الجيروسكوبية والمُقرّ الجيروسكوبي والطيار الجيروسكوبي (أو الآلي).

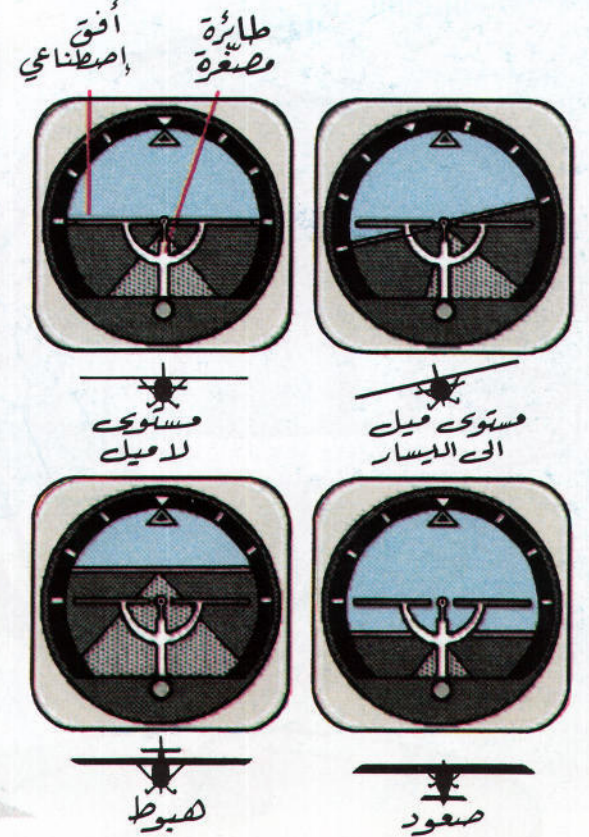
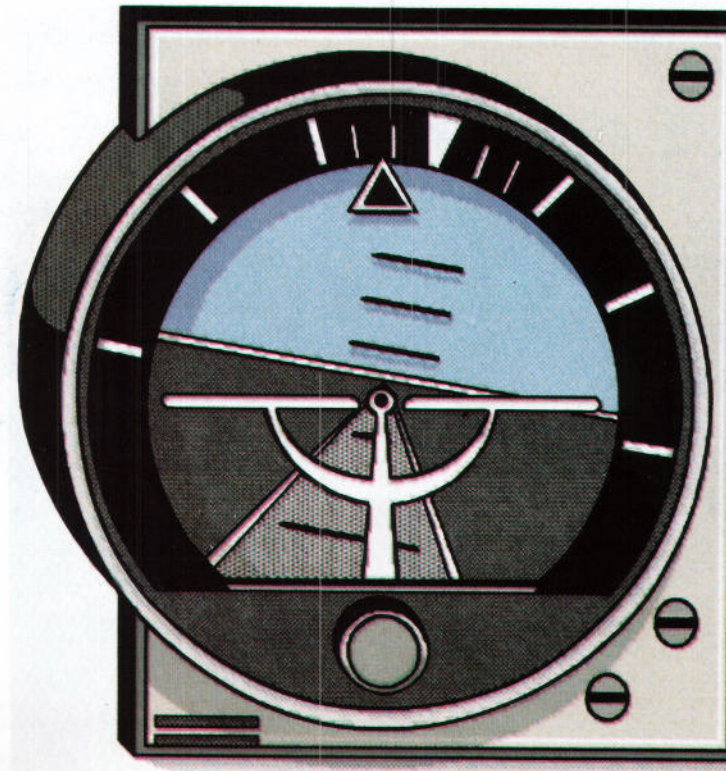
العطالة (أو القصور الذاتي) الجيروسكوبية

ينتج قصور الجيروسكوب في الفضاء عن قانون الحركة الأول لنيوتن، الذي ينصّ على أن الجسم ينزع للاستمرار في هذه الحالة من الراحة أو الحركة المنتظمة، إلا إذا تعرّض لقوى خارجية. وهكذا، عندما يبدأ دولاب الجيروسكوب بالدوران السريع، يميل إلى الإستمرار في الدوران في المستوى نفسه حول المحور نفسه في الفضاء. ومن الأمثلة

البوصلة الجيروسكوبية

الجيروسكوب هو أي جسم دوّار يحمل خاصيتين أساسيتين: العطالة الجيروسكوبية، أو القصور الذاتي في الفضاء، والحركة البدارية (أو المبادرة)، وهي ميل المحور بزوايا قائمة على أي قوّة تنزع إلى تغيير مستوى الدوران. إنّ هذه الخاصيات ملازمة لجميع الأجسام الدوّارة، بما فيها الأرض نفسها. وتُستعمل كلمة جيروسكوب للدلالة على

الأفق الإصطناعي الجيروسكوبي



يحتاج ربان الطائرة إلى أدوات تزوده بالمعلومات حول اتجاه الطائرة، لا سيما عندما يطير في مناطق يغشاها الضباب أو السحاب أو الظلام. إن جهاز الأفق الصناعي، الذي يتألف من جيروسكوبين يشكلان عنصريه العاملين، يدل على اتجاه الطائرة نسبةً للأفق.

آلي في الاتجاه الصحيح والنسبة الملائمة لجعل محور الجيروسكوب يسعى إلى خط الطول الحقيقي ويشير إليه، أي يشير إلى الشمال والجنوب.

تُستعمل البوصلة الجيروسكوبية في السفن الحربية والأساطيل التجارية في جميع أنحاء العالم. ولا تتعرض هذه البوصلة للتقلبات التي تشهدها البوصلة المغنطيسية؛ وتشير البوصلة الجيروسكوبية إلى الشمال الجغرافي الحقيقي بدلاً من الشمال المغنطيسي، وتتميز بقوة توجيهية كافية للسماح بعمل أجهزة مساعدة مثل مسجل المسار والطيار الجيروسكوبي والبوصلة المعيدة. لا يضم جهاز الطيار الجيروسكوبي جيروسكوباً، بل يلتقط كهربائياً أي انحراف عن المسار المرجعي المقرر الذي تحدده البوصلة وتُسلط على المحرك الموجّه للسفينة لجعل الدقة تعيد السفينة إلى مسارها الصحيح.

الطيار الآلي

يكشف الطيار الآلي (أو الأوتوماتيكي) أي تغيير عن مخطط الرحلة المقرر للطائرة، ويرسل إشارات تصحيحية إلى المحركات والسطح الرافع والدفة. ويكشف الجيروسكوب العمودي التغيرات في الخطوة أو العطوف، بينما يكشف الجيروسكوب التوجيهي التغيرات في الوجهة. ويُعَيَّن الارتفاع بواسطة جهاز

معينة، لا يُسلط الضغط الموجه على مقدم أو مؤخر الحلقة كما قد يُعتقد، بل على القمة. إن هذا الضغط المسلط حول محور أفقي، لا يتسبب بانقلاب الحلقة، لكنه يجعلها تبادر حول المحور العمودي على نحو متعامد مع الضغط المسلط، ما يؤدي إلى استدارة الحلقة ومتابعة حركتها في اتجاه جديد.

استعمالات الجيروسكوب

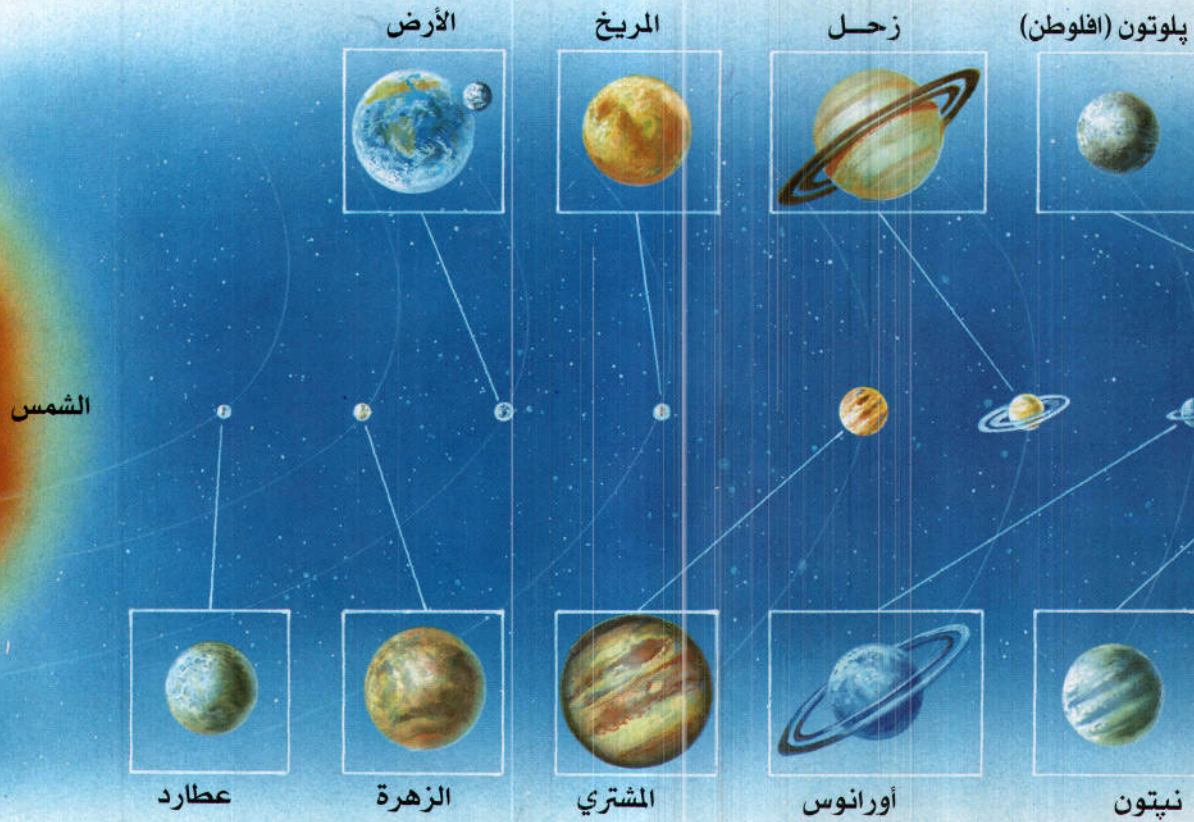
عن طريق استعمال خاصية القصور الذاتي الجيروسكوبي وتبسيط قوة الجاذبية للتسبب بالمبادرة، يمكن للجيروسكوب أن يعمل كمبين للاتجاه أو بوصلة. باختصار، إذا اعتبرنا أن الجيروسكوب قد رُكّب عند خط استواء الأرض، مع امتداد محور دورانه في المستوى الشرقي الغربي، سوف يستمر الجيروسكوب في الإشارة باتجاه هذا الخط أثناء دوران الأرض، وذلك نظراً لـ«القصور في الفضاء». وللسبب نفسه، يرتفع الطرف الشرقي (نسبة إلى الأرض) مع أنه يستمر في الإشارة إلى الاتجاه نفسه في الفضاء. وإذا علّقنا أنبوباً مملوءاً جزئياً بالزئبق على إطار الجيروسكوب، بحيث يميل الأنبوب عندما يميل محور الجيروسكوب، نستفيد من تأثير الجاذبية حول محور الجيروسكوب الأفقي. بكلام آخر، يسلط وزن الزئبق في الجهة الغربية أو السفلية قوة حول محور الجيروسكوب الأفقي. يقاوم الجيروسكوب هذه القوة ويبادر حول المحور العمودي باتجاه دائرة خط الطول. في البوصلة الجيروسكوبية، تُسلط القوى المسيطرة بشكل

على هذه الزنقة، نذكر البليل، الذي يتمتع بحرية الحركة حول محورين بالإضافة إلى محور الدوران؛ وخصاصة البندقيّة، نظراً إلى أنها تدوم أو تدور في مسارها وتُظهر عطالة جيروسكوبية وتنزع إلى المحافظة على خط سير أكثر استقامة من الخط الذي قد تتخذه لو لم تكن دوّارة. غير أن العطالة في الفضاء تظهر على أفضل نحو في جيروسكوب نموذجي مؤلف من حذافة (دولاب موازنة) تُحمل في حلقات، بحيث يتمكن محور الحذافة من اتخاذ أي زاوية في الفضاء. عندما تدور الحذافة، يمكن تحريك النموذج أو إمالاته أو إدارته كما يشاء المحرّب، لكنّ الحذافة تبقى على مستوى دورانها الأصلي، طالما أنها تستمر في التدويم بسرعة كافية للتغلب على الاحتكاك مع محاملها.

تشكّل الجيروسكوبات جزءاً هاماً من أنظمة الملاحة الآلية أو الإرشاد بالقصور الذاتي في الطائرات والمركبات الفضائية والقذائف الموجهة والصواريخ والسفن والغوّصات.

الاستباق

عندما تميل قوة مسلطة على جيروسكوب إلى تغيير اتجاه محور الدوران، يتحرك المحور في اتجاه متعامد مع اتجاه تسليط القوة. إن هذه الحركة هي حصيلة القوة الناتجة عن العزم الحركي الزاوي (كمية الحركة الزاوية) للجسم الدوّار والقوة المسلطة عليه. ويمكن إيجاد مثل بسيط عن الاستباق في الحلقة (أو الطوق) الدوّارة: لجعل الحلقة تدور بزاوية



الكواكب أجرام سماوية باردة وغير منفذة للضوء، تدور حول نجم تتلقّى منه الضوء والحرارة. هناك تسعة كواكب تدور حول الشمس، منها الأرض.

يتألف جوّ الزهرة بشكل رئيسيّ من ثاني أكسيد الكربون مع وجود قطيرات من حمض الكبريتيك في الغيوم العليا. وتتحرك طبقات الجوّ العليا بسرعة كبيرة، فتقوم بدورة كاملة حول الكوكب في أربعة أيام، بينما تسود رياح لطيفة عند مستوى السطح. وتبلغ درجة الحرارة السطحيّة حوالي ٧٥٠ كلفين، أي أعلى من درجات الحرارة المسجّلة «ظُهراً» على عطارد.

وبعد هذا الارتفاع الشديد في درجات الحرارة قرب سطح الكوكب إلى الكمية الكبيرة من ثاني أكسيد الكربون الموجودة في جوّ الزهرة قرب سطح الكوكب. ويخترق ضوء الشمس الجوّ فيمتصّه سطح الكوكب، ثم يُعاد إشعاعه على شكل حرارة. إلا أن الكمية الكبيرة من ثاني أكسيد الكربون الموجودة في الجو، تمتصّ وتخزّن هذه الحرارة، ما يحول دون إعادة إطلاقها في الفضاء. ونتيجة لهذه الظاهرة، المعروفة بـ«التأثير الدفيئة»، أصبح سطح الزهرة ساخناً بما يكفي لإذابة الرصاص، وقد تنوّج الصخور قليلاً باللون الأحمر بسبب درجة حرارتها المرتفعة.

ونظراً إلى أن الغيوم لا تسمح بوصول أكثر من ١٥٪ من ضوء الشمس إلى سطح الكوكب، فإنّ النهار على الزهرة معتم، والسحب تحجب السماء باستمرار. وبما أن الجو الكثيف يكرس أو يحني الضوء، يمكن أن يصل بعضه إلى الجهة المظلمة لجهة الليل من الكوكب، ما يجعل الليل غير مظلم تماماً.

نظام الأرض والقمر

لا تزيد كتلة القمر عن ١,٢٪ من كتلة الأرض، لكنّ هذه النسبة هي الأكبر في النظام الشمسيّ بين كوكب وقمره، باستثناء بلوتون وقمره شارون. وعلى رغم أن الأرض هي من أوجه عدّة كوكب أرضي نموذجي، فإنّها تحتل موقِعاً مميزاً في النظام

مساحات من السهول المشوّجة قليلاً التي قد تكون مهتدتها سيول الحمم البركانية أو تراكمت الموادّ الدقيقة المتطايرة بنتيجة التصادمات. ويشير العدد الكبير من حفر التصادم الموجودة أيضاً في هذه السهول إلى قدم عمرها. أمّا في المناطق الأخرى من سطح الكوكب، فتمتدّ سهول منبسطة ممتّدة تحمل عدداً قليلاً من الحفر. ويُعتقد أنّ هذه السهول هي على الأرجح أحدث تكويناً وذات أصل بركانيّ.

وفي الفترة الممتدّة بين تشكّل السهول بين الحفر وتشكّل السهول الممتّدة، قد يكون الكوكب كلّهُ انكمش مع تدنّي درجة حرارته، ما سبّب تغصّن القشرة وتشكّل الأنحرف الطويلة الشديدة التحنّر.

الزهرة Venus

الزهرة هي الجرم الطبيعيّ الأكثر لمعاناً في سماء الليل بعد القمر. وهي أقرب كوكب إلى الأرض والأكثر شبهاً بها، من حيث الحجم والكتلة والكثافة. وتشير هذه التشابهات إلى أنّه قد يكون للكوكبين تاريخ مشابه. ولذلك، فإن اختلاف الزهرة والأرض إلى هذا الحدّ اليوم يحير جدّاً علماء الفلك.

وتدور الزهرة حول محورها مرّة كلّ ٢٤٣ يوماً في حركة تراجعيّة - في اتجاه معاكس لاتجاه دوران معظم الكواكب الأخرى - أي في اتجاه دوران عقارب الساعة عند النظر إلى الكوكب من قطب الأرض الشماليّ. وتدير الزهرة دائماً الجهة نفسها إلى الأرض، عندما يتجاوز الكوكبان أحدهما الآخر، أثناء دورانهما حول الشمس. وعلى رغم أن الزهرة قريبة من الأرض، فمن الصعب رصد الكوكب لأنّ طبقات سميكة من الغيوم الكثيفة تحجب سطحه تماماً. في سبعينات وثمانينات القرن العشرين، تمكّنت مركبة ماريّنر فينوس المداريّة التابعة للناسا ومركبة فينيرا ١٥ وفينيرا ١٦ المداريّتان السوفياتيّتان من الحصول على معلومات حول غيوم الزهرة والشروط السائدة على سطح الكوكب.

ويمكن أيضاً تصنيف الكواكب في فئتين، وفقاً لخصائصها الفيزيائية العامة. توضع في الفئة الأولى الكواكب الأرضيّة أو الشبيهة بالأرض القريبة من الشمس، والتي تتألف بشكل أساسي من الصخر والمعدن. وتشتمل هذه الفئة على عطارد والزهرة والأرض والمريخ. وتُعرف أيضاً الكواكب الأرضيّة بالكويكبات، التي لا يشكّل معظمها أكثر من قطع من الجليد أو الصخر.

وتضمّ الفئة الثانية الكواكب الشبيهة بالمشتري؛ وهي كواكب كبيرة جدّاً مقارنة مع الكواكب الشبيهة بالأرض وأبعد عن الشمس. وتُعرف أيضاً هذه الكواكب بالكواكب الخارجية وتشتمل المشتري وزحل وأورانوس ونبتون. وتشكّل هذه الكواكب بشكل أساسي من الهيدروجين والهيليوم بالشكلين الغازيّ والسائل. ولا يُلتخّط بلوتون، الكوكب الأبعد عن الشمس، بأيّ من الفئتين؛ فهو مكون من الجليد والصخر، وهو أصغر بكثير من الكواكب الأخرى.

عطارد Mercury

عطارد هو الكوكب الأقرب إلى الشمس. ويصعب رصد هذا الكوكب من الأرض لأنه يشرق ويغرب بفارق ساعتين عن شروق وغروب الشمس. وبالتالي، ظلّ الكوكب شبه مجهول حتى طارت فوقه مركبة ماريّنر ١٠، عدّة مرات، على علوّ منخفض سنتي ١٩٧٤ و١٩٧٥.

يشهد سطح عطارد أشكالاً مختلفة من التضاريس. ويستطيع العلماء المهتمون بدراسة الكواكب تقدير عمر سطح الكوكب من عدد الحفر التصادم الموجودة فيه؛ وكلما ازداد عمر السطح عموماً، كثرت الحفر فيه. ويحمل بعض مناطق عطارد عدداً كبيراً جدّاً من الحفر، ما يشير إلى أنّها السيارت العلوية هي الكواكب التي تدور حول الشمس في مدارات يفوق قطرها مدار الأرض.

الكواكب

الكواكب هي الأجرام الطبيعيّة الكبيرة نسبياً التي تدور في مدارات حول الشمس، وبوجه الاحتمال حول نجوم أخرى أيضاً. ولا يُطلق هذا الاسم على الأجرام الصغيرة مثل المذنبات والنيازك والكويكبات، التي لا يشكّل معظمها أكثر من قطع

وتتشكّل الشمس والكواكب التسعة وأقمارها وجميع الأجرام الصغيرة والجسيمات والغبار التي تدور حول الشمس ما يُعرف بالنظام الشمسيّ. وتتحكّم الشمس، الواقعة قرب مركز النظام الشمسيّ، بالحركات المداريّة للكواكب عن طريق التجاذب الثقاليّ، وتزوّد الكواكب بالضوء والحرارة. وبحسب ترتيب متوسط البعد عن الشمس، تنتظم الكواكب التسعة في النظام الشمسيّ من أقربها إلى أبعداها على النحو التالي: عطارد، الزهرة، الأرض، المريخ، المشتري، زحل، أورانوس، نبتون وبلوتون (أفلوطين).

تمكّن رؤية عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل دون تلسكوب. وقد أسماها اليونانيون القدامى Planets، أو «السّيّارة»، لأنها بدت وكأنّها تتحرك على الخلفيّة المؤلّفة من نجوم ثابتة ظاهريّاً. ومع أنّه يمكن أحياناً رؤية أورانوس أيضاً بالعين المجردة، فلم يتمكّن الفلكيون القداماء من تمييزه من النجوم الحقيقيّة.

يمكن تقسيم الكواكب إلى مجموعات بطرق عدّة. وفي أحد أنظمة التصنيف، تُعتبر الكواكب التي تدور حول الشمس في مدارات يقلّ قطرها عن قطر مدار الأرض، كواكب أو سيارتات سفليّة. سوء الرؤية، يقوم نظام الهبوط الآليّ المستعمل مع الطيار الآليّ بتوجيه الطائرة أوتوماتيكياً إلى خطّ الإنحدار المطلوب ووضعها في خطّ المدرج.

الشمسي لأنها الكوكب الوحيد المعروف الذي يحمل الحياة كما نعرفها. وقد تكون محيطات الأرض فريدة أيضاً لأنّ الماء لا يكون سائلاً إلا في نطاق ضيق من درجات الحرارة والضغط، ولا تتوفّر هذه الشروط الخاصة، حسب علمنا، على أيّ كوكب آخر.

إنّ حجم الأرض الكبير وارتفاع كمية الأورانيوم والثوريوم والپوتاسيوم المشعّة التي تحتويها قد أبقيا باطن الكوكب ساخناً، وقد شهدت الأرض تاريخاً جيولوجيّاً ناشطاً ومضطرباً، ولا يزال سطحها يتغيّر باستمرار.

وتقول النظرية السائدة إنّ القمر قد تكوّن في الأصل من المادّة التي تطايرت نتيجة تصادم حصل بين الأرض وكويكب بحجم المريخ تقريباً. وإنّ المادّة التي نتجت عن التصادم، بدأت بالدوران حول الأرض ثمّ التحمت وتكتلت لتشكيل القمر. ونجد مخططات أخرى لتكوّن القمر، لكنّ الكثير من العلماء المتخصّصين في دراسة الكواكب يعتقد أنّ هذه النظرية هي الأكثر احتمالاً.

وقد تكوّنت المناطق الكثيرة الحفر على سطح القمر، والمعروفة بالأراضي، منذ حوالي ٤,٥ بلاين سنة. وقد لحفظت قشرة هذه المناطق على حالها تقريباً، باستثناء آثار الاصطدامات المتكرّرة مع أجرام أخرى. أمّا المناطق الداكنة من سطح القمر، والمعروفة بالبحار Mare، فيعتقد أنها تكوّنت من سيول الحمم. وبحور الوقت، أدّى وزن الحمم إلى حدوث صدوع، تُعرف بالأخاديد، في «الأراضي» المحيطة. ومنذ ذلك الوقت، بقي باطن القمر ساكناً.

المريخ Mars

يبلغ حجم المريخ نصف حجم الأرض تقريباً. ويتألّف جوّ الكوكب في معظمه من ثاني أكسيد الكربون، وهو جوّ رقيق جداً يسلّط ضغطاً على سطح الكوكب لا يتجاوز ١/١٠٠ من الضغط الذي يسلّطه جوّ الأرض. وتختلف درجة الحرارة على سطح المريخ إلى حدّ بعيد خلال النهار، وتتراوح بين ١٩٠ كلفين تقريباً قبل الفجر مباشرة و٢٤٠٠ كلفين تقريباً في فترة بعد الظهر. وفي مركز الكوكب، توجد على الأرجح نواة صغيرة من الحديد أو من سلفيد الحديد Iron Sulfide Core. وإذا كان للمريخ حقل مغنطيسيّ، فهو ضعيف جداً بحيث أنّ أيّاً من الأجهزة لم يتمكّن من كشفه.

يدور المريخ، مثل الأرض، حول محور مائل. وبالتالي فإنّ مناخه يشهد تبدّلات موسميّة (ظاهرة الفصول)، إذ يتلقّى أحد نصفيّ الكرة ثمّ نصف الكرة الآخر كميةً أكبر من ضوء الشمس، أثناء دوران الكوكب حول الشمس. ونظراً إلى انخفاض درجة الحرارة والضغط، لا يمكن أن يوجد الماء السائل على سطح المريخ؛ ويوجد الماء على الكوكب على شكل جليد متراكم عند القطبين، وربما أيضاً كجليد محتجز تحت السطح، وعلى شكل بخار في الجوّ. ولكنّ الأدلّة تشير إلى أنّ الكوكب قد عرف، ربما في الماضي، درجات حرارة وضغطاً جويّاً أكثر ارتفاعاً. وتُظهر الصور التي التقطتها مركبات الفايكنج المداريّة، معالمً سطحيّة شبيهة بمجاري الأنهر

والأخاديد (من أثر المياه الجارية بعد المطر) الجافّة. ويمكن أن تكون هذه المعالم قد تشكّلت بفعل المطر والمياه السطحيّة الجارية، ولكنها قد تكون أيضاً ناتجة عن المياه التحسّطيّة التي ارتشحت إلى السطح.

وعلى الرغم من أنّ المريخ هامد تماماً اليوم، فقد شهد الكوكب في الماضي فترة من النشاط البركانيّ، بلغت ذروتها منذ بضعة مليارات سنة. ويرتفع على سطح المريخ أكبر بركان معروف في النظام الشمسي: أوليموس مونس. ويبلغ ارتفاع هذا البركان ٢٧ كيلومتراً، ما يجعله أعلى ثلاثة أضعاف من جبل إيفيرست، ويغطّي مساحة

مساوية لولاية أريزونا في الولايات المتحدة. ويتنصب البركان فوق هضبة تارسيس، وهي سهل مرتفع شامع تنتشر فيه البراكين والصدوع الكبيرة. ويشكّل فاليس مارينيريس، وهو واد هائل بطول ٤٠٠٠ كيلومتر تقريباً وعمق يتراوح بين ٤ و١٠ كيلومتراً، أكبر شبكة صدعيّة في السهل. تكوّنت على الأرجح هضبة تارسيس نتيجة ارتفاع كمية من مادّة الغلاف الحازّة. لكنّ هذه العملية لم تترافق بأيّ نشاط تكتونيّ صفائحيّ؛ ويتشكّل سطح المريخ من صفيحة واحدة فقط. وتوزّع على سطح المريخ مناطق من السهول الملساء والامتدادات الكثيرة الحفر والميّاتس (هضبات مستوية السطح متحدّرة الجوانب) والتلال المموجّة الناتجة عن اتحاد عوامل عدّة مثل التصدّع والنشاط البركانيّ والتجوية والترسّب.

نظام المشتري Jupiter

إنّ المشتري أكبر من جميع الكواكب الأخرى مجتمعة. ويُطلق الكوكب ما يقارب ضعف كمية الطاقة التي يتلقّاها من الشمس؛ وهي الحرارة التي اكتسبها الكوكب أثناء تلاحمه، وأيضاً الحرارة التي تولّد نتيجة لانتفاض الكوكب التدريجيّ. ويتميّز المشتري أيضاً بأقوى حقل مغنطيسي بين كواكب النظام الشمسيّ. ويمتدّ هذا الحقل على مسافة تفوق شعاع الكوكب بعشرة أضعاف، وهو مصدر طلقات عنيفة من الضجيج أو التشويش الإشعاعيّ. يتألّف المشتري بشكل رئيسيّ من الهيدروجين والهيليوم، وليس له سطح صلب بل طبقات من الأرجح نواة صخرية تفوق كتلتها كتلة كوكب الأرض بعشرة أضعاف. ويمكن أن تتجاوز درجات الحرارة في النواة ٢٥,٠٠٠ كلفين. ويحيط بالنواة خليط سائل من الهيدروجين والهيليوم تحوّل إلى شكل معدنيّ تحت تأثير الضغط الشديد الذي تسلّطه طبقات الكوكب العلويّة.

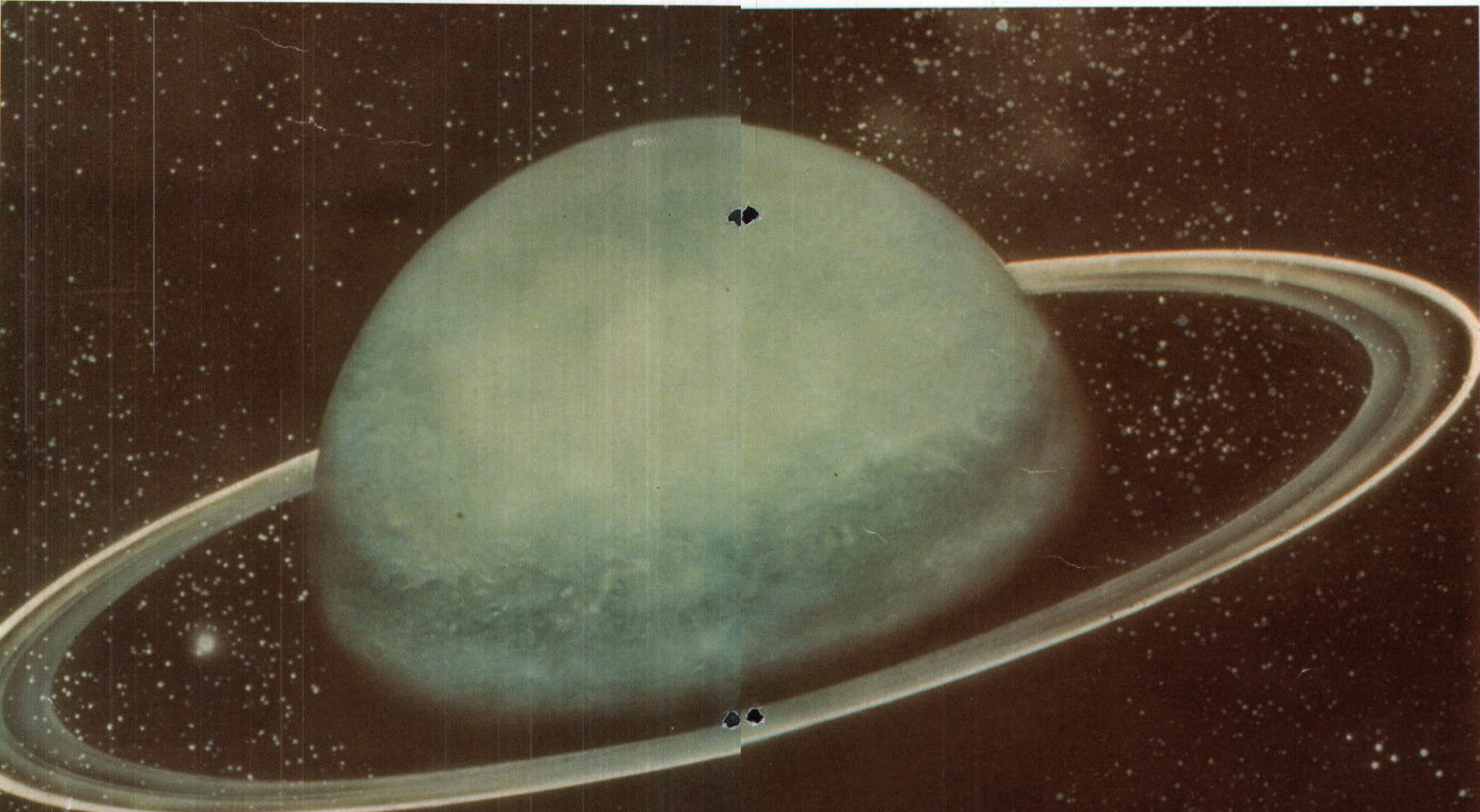
في تشرين الأوّل ١٩٨٩، أطلقت المركبة الفضائيّة جاليليو باتجاه المشتري في رحلة دامت ست سنوات. وقد مُهّزت المركبة بمسبار أُطلق سنة ١٩٩٥ في جوّ المشتري لالتقاط صور لبعض مناطق الكوكب، خلال فترة تمتدّ على عامين.

عند مراقبة المشتري عبر التلسكوب، تبدو سحبه الخارجيّة كأحزمة داكنة ومناطق ساطعة تحيط بالكوكب، ويتراوح لونها بين الأصفر الضارب إلى السمرة والبتي والرماديّ. وتنتج هذه الألوان على المداريّة، معالمً سطحيّة شبيهة بمجاري الأنهر



▲ صورة لكوكب الزهرة أخذت من الفضاء الخارجي

▼ صورة لكوكب أورانوس أخذت من الفضاء الخارجي



بقعة المشتري الحمراء الكبيرة، أكثر معالم هذا الكوكب وضوحاً للعيان؛ وهي، في الحقيقة، عاصفة إعصاريّة هائلة يساوي حجمها حجم كوكبين مثل الأرض، موضوعين جنباً إلى جنب. وقد شاهد الفلكيّون هذه البقعة من الأرض منذ أكبر من ٣٠٠ سنة.

يدور المشتري بسرعة كبيرة حول محوره، فيتمّ دورة واحدة في أقلّ من ١٠ ساعات. ونظراً إلى القوّة النابذة الناتجة عن هذا الدوران السريع، فإنّ قطر المشتري عند خطّ الإستواء يفوق قطره بين قطب وآخر، ما يعطي الكوكب شكل كرة مفلطحة قليلاً.

تكوّن المشتري وأقماره الستة عشر المعروفة على الأرجح كنظام شمسيّ مصغّر: كرة غازيّة كبيرة دوّارة يحيط بها سديم كوكبيّ تطوّر في مأل الأمر لتشكيل الكوكب وأقماره. وتحيط بالمشتري مجموعة ضيّقة من الحلقات، اكتشفتها مركبة فويجر ١ سنة ١٩٧٩، وتتألّف من حجارة صغيرة جداً وجسيمات من الغبار.

إنّ أقمار المشتري الأربعة الكبرى هي الأجرام الأولى في النظام الشمسيّ التي تمّ اكتشافها بالتلسكوب. وقد اكتشف جاليليو هذه الأقمار سنة ١٦١٠، لذا فهي تُعرف اليوم بالأقمار الجاليليّة. وبحسب ترتيب بُعد الأقمار عن المشتري، تنتظم من أقربها إلى أبعدها على النحو التالي: إيو وأوروبا وجانيميد وكاليستو. يتكوّن إيو من الصخر، ويتميّز بلون برتقاليّ زاه ضارب إلى الصفرة وناتج عن وجود الكبريت بكميّات كبيرة على سطح القمر. وأثناء دوران إيو في مداره الإهليلجي حول المشتري، يقترب ثمّ يتبعد باستمرار من الكوكب في حركة شبيهة بأسنان المنشار، وذلك نتيجة جاذبيّة المشتري القويّة وجاذبيّة الأقمار الجاليلية الأخرى الأضعف تأثيراً. ويولّد هذا التأثير المعروف بالانشاء المذّي والحزريّ، احتكاكاً داخليّاً وحرارة في القمر. ولهذا السبب، فإن إيو يشهد نشاطاً بركانيّاً قويّاً جداً؛ فقد سجّل فويجر ١ و٢ عشرة ثورانات بركانيّة على الأقل.

نظام زحل Saturn

إنّ زحل، مثل المشتري، كوكب غازيّ كبير يتألّف بشكل رئيسيّ من الهيدروجين والهيليوم. ويشعّ زحل أيضاً كميةً من الحرارة تساوي أكثر من ضعف الكميّة التي يتلقّاها من الشمس. وينتج هذا الفائض من الطاقة الحراريّة من الحرارة الأوليّة، ومن الاحتكاك الذي يخلقه الهيليوم (العنصر الأثقل) أثناء غوصه تدريجيّاً في الهيدروجين باتجاه مركز الكوكب. ويملك زحل حقلاً مغنطيسيّاً تفوق قوّته قوّة حقل الأرض المغنطيسيّ ب ١٠٠٠ ضعف، لكنّه يبقى أضعف من حقل المشتري المغنطيسيّ. ويتميّز زحل بكثافة منخفضة جداً بحيث أنّه يستطيع أن يطفو في محيط من الماء. ويملك زحل على الأرجح نواة شبيهة بنواة المشتري. وتغطّي الكوكب أشربة من السحب، يشكّل بعضها أنماطاً إعصاريّة مثل سحب المشتري، لكنّ الألوان تبدو أخفّ من ألوان المشتري بسبب الضباب الجوّي

الرقيق الذي يغطّي الغيوم. وتحيط بزحل مجموعة مشهديّة من الحلقات. وقد شاهد جاليليو هذه الحلقات في سنة ١٦١٠، لكنّه لم يكتشف أنّها حلقات، بل اعتقد أن زحل كوكب ثلاثيّ. وفي سنة ١٦٥٥، تمكّن الفلكيّ الهولنديّ كريستيان هايجنز، الذي استعمل تلسكوباً أقوى، من رؤية حلقة مسطّحة وصلبة في الظاهر حول زحل. وفي وقت لاحق، تمكّن الفلكيّون من رؤية عدد من الحلقات المستقلّة.

وكشفت آلات التصوير على متن المركبتين فويجر ١ و٢ أنّ هناك في الحقيقة آلاف الحلقات التي تمتدّ على بعد ٧٠٠٠ إلى ٧٤,٠٠٠ كيلومتر فوق جوّ زحل. وتتكوّن هذه الحلقات من الجسيمات المغطّاة بالجليد التي تتراوح بين حجم ذرّة الغبار وحجم البيت. وتنظم الحلقات في مجموعات، يُشار إليها بالحلقة «أ» والحلقة «ب» وهلمّ جزءاً، باتجاه الداخل؛ وتُعرف الفرّجة بين الحلقتين «أ» و«ب» بفاصل كاسيني. وقد التقطت آلات التصوير على متن فويجر، ظهورَ أشكال شعاعيّة داكنة في الحلقة «ب». وتبدأ هذه التكوينات كخطوط رفيعة، ثمّ تمتدّ على شكل مثلّثات عند تجاوز الحلقات الداخلية السريعة الحلقات الخارجيّة. وتختفي هذه الأشكال بعد بضع ساعات.

أورانوس Uranus

أورانوس هو كوكب غازيّ كبير آخر شبيه بالمشتري وزحل. ويتميّز أورانوس بكثافة أكبر من الكوكبين الآخرين، ويتألّف من الهيدروجين والهيليوم وكميّات كبيرة من الماء، وعلى الأرجح بعض الميثان والنشادر والصخر والمعدن. ونظراً إلى وجود كمّيات ضئيلة من الميثان في طبقات الجوّ العليا، يتخذ الكوكب لوناً أخضر ضارباً إلى الزرقة. ولا تتجاوز درجة الحرارة في طبقات الجو العليا ٦٠ كلفين، لكنّ درجة الحرارة ترتفع مع العمق. وتحت الغيوم الكثيفة، يمتدّ ربما محيط هائل من الماء، الذي يسخن على رغم درجة حرارته التي تصل إلى آلاف الدرجات بميزان كلفين، ولا يغلي بسبب الضغط الشديد الذي يسلّطه عليه الجوّ الممتدّ فوقه. وتتألّف نواة الكوكب على الأرجح من الصخر والمعدن.

ويميل محور دوران أورانوس بدرجة كبيرة جداً، تصل إلى ٩٨ درجة، على خطّ افتراضيّ متعامد مع مستوى دائرة البروج (ومستوى دائرة البروج هو المستوى الافتراضيّ الناتج عن مدّ مدار الأرض حول الشمس لتشكيل سطح شامع منبسط). وبالتالي فإنّ الكوكب يميل على جنبه مع امتداد القطب الشماليّ تحت المستوى بقليل. وأثناء دوران أورانوس حول الشمس، الذي يستغرق ٨٤ عاماً، يواجه الكوكب أولاً أحد قطبيه باتجاه الشمس ثمّ خط استوائه وأخيراً قطبه الآخر. ويُعتقد أنّ تصادماً هائلاً بين أورانوس وجرم آخر، ربما مذئّب كبير، قد يكون السبب في قلب الكوكب على جنبه. ويدور أورانوس حول محوره في حركة تراجميّة، أو في اتجاه حركة عقارب الساعة، مرّة واحدة تقريباً كلّ ١٧ ساعة. ويتمتّع الكوكب

بحقل مغنطيسي قويّ يميل فيه القطب الشمالي المغنطيسي ٦٠ درجة (وهي درجة كبيرة جداً) عن القطب الشمالي الدوراني.

لأورانوس ١٥ قمراً معروفاً؛ وتتألف هذه الأقمار بشكل رئيسيّ من الجليد، ويحمل سطحها عدداً كبيراً جداً من حفر التصادم. والأقمار الخمسة الكبيرة هي ميراندا وأربيل وأفيرييل وتيتانيا وأوبرون. إنّ سطح أوبرون قديم جداً ويحمل عدداً كبيراً جداً من الحفر، ما يشير إلى أنّ الجرم ظلّ غير ناشط جيولوجيّاً طوال القسم الأكبر من تاريخه. تغطّي تيتانيا حفراً صغيرة فقط، وتظهر أدلّة تشير إلى حصول نشاط جيولوجي في وقت مبكر من حياة القمر. أربيل هو أكثر أقمار أورانوس سطوعاً، في حين أنّ أمبريل هو أكثرها ظلاماً. ويتميّز أربيل بسطح حديث التكوين يشتمل على بعض الحفر الصغيرة والكثير من الصدوع وبعض مجاري الجليد الظاهرة. أمّا أمبريل فهو مظلم بشكل متساوٍ ويحمل الكثير من الحفر. ويشير لون السطح الداكن إلى أنّه حديث التكوين نسبياً، لكن عدد الحفر الكبير يدلّ على أنّه قديم.

نبتون Neptune

اكتُشف كوكب نبتون سنة ١٨٤٦، لكنّه ظلّ شبه مجهول حتى حلّقت فوقه «فويجر ٢»، سنة ١٩٨٩. يشبه نبتون أورانوس من حيث الحجم والتركيب. ويعطيه جوّ كثيف المكوّن من الهيدروجين والهيليوم والقليل من النشادر والميثان، لوناً ضارباً إلى الزرقة.

وعلى غرار الكواكب الغازيّة الأخرى، يدور نبتون بسرعة حول محوره، فيقوم بدورة كلّ ١٦,٢ ساعة، كما أنّ قطره عند خطّ الإستواء أكبر قليلاً من قطره عند القطبين. وتبلغ درجة حرارة جوّ نبتون ما يقارب ٦٠ كلفين، أي إنّها أعلى ممّا كان متوقّعا لجرم بعيد إلى هذا الحدّ عن الشمس. وتشير درجة الحرارة الجويّة المرتفعة إلى أنّ لنبتون مصدر حرارة آخر، ربما كان باطنياً. ويملك الكوكب على الأرجح نواة صخريّة يحيط بها ماء متجلّد وميثان سائل، ثمّ يحيط بهذه الطبقة غازا الهيدروجين والهيليوم.

لنبتون ثمانية أقمار معروفة، أكبرها تريتون ونيريد. ويدور تريتون، وهو أكبر الأقمار على الإطلاق، حول نبتون في اتجاه معاكس لاتّجاه دوران معظم الأقمار الأخرى في النظام الشمسيّ. ويدور نيريد حول الكوكب بحركة مباشرة في مدار مختلف المركز.

بلوتون وشارون Pluto and Charon

اكتُشف بلوتون سنة ١٩٣٠، لكنّ قمره شارون لم يُكتشف إلّا في ١٩٧٨. وبلوتون هو كوكب صغير جداً ذو كثافة منخفضة ومكوّن على الأرجح من الجليد والصخر. ويشبه هذا الكوكب تيتان وبعض أقمار المشتري الجاليليّة، لكنّه أصغر منها بكثير. ويغطّي صقيع الميثان وجليد الماء سطح هذا الكوكب الصغير. يُقدّر قطر بلوتون بحوالى ٢٢٤٠ كيلومتراً. وبلغ قطر شارون حوالى ١٢٠٠ كيلومتر. إنّ كتلة بلوتون وشارون مجتمعين، هي أقلّ بـ ٤٥٠ مرّة من كتلة

الأرض. وتُلاحظ تغييرات كبيرة في السطوع على بلوتون، ما يشير إلى أنّ سطحه غير منتظم. وقد استعمل الفلكيّون هذه التغيّرات في تحديد مدّة دوران الكوكب حول نفسه، وهي ٦ أيام و٩ ساعات و١٧ دقيقة بحسب وقت الأرض.

يتميّز بلوتون بمدار اهليلجيّ أكثر من مدارات الكواكب الأخرى، ومنحن ١٧ درجة على مستوى دائرة البروج. وعندما يكون الكوكب في نقطة الذنب (النقطة الأقرب من الشمس في مدار الكوكب)، يصبح أقرب إلى الشمس من نبتون. وقد دفع مدار بلوتون المختلّف المركز وشبهه من الناحية الفيزيائيّة والطبيعيّة بأقمار مجلّدة أخرى، إلى الاعتقاد أنّ أصل بلوتون مختلف عن باقي الكواكب. وتشير إحدى النظريّات إلى أنّ بلوتون وشارون كانا ربما في الماضي قمرين لكوكب نبتون، لكنّهما مجذبا بعيداً عن حقل جاذبيّة نبتون. إلّا أنّ معظم العلماء يعتقدون اليوم أنّ هذه النظرية غير محتمّلة من الناحية الفيزيائيّة.

حركات الكواكب

تدور الكواكب حول الشمس في مدارات إهليلجيّة، حيث تكون الشمس في أحد مركزيّ الإهليلج (القطع الناقص). وتسير الكواكب في الاتجاه نفسه (في اتجاه معاكس لحركة عقارب الساعة عند النظر إليها من قطب الأرض الشمالي) وفي المستوى نفسه تقريباً.

كان الفلكي الألمانيّ يوهانس كبلر أوّل من وصف حركات الكواكب المداريّة الحقيقيّة بشكل صحيح، وكان ذلك في القرن السابع عشر. وقد صاغ كبلر ثلاثة قوانين اكتُشف أنّها تسوس حركة الكواكب: أوّلًا، إنّ مدارات الكواكب حول الشمس ليست دائريّة تمامًا، بل إهليلجيّة بشكل طفيف. ثانيًا، إنّ سرعات دوران الكواكب حول الشمس تجعل الخطّ الوهميّ المرسوم بين الكوكب والشمس يمرّ فوق مساحات متساوية في فترات متساوية من الزمن. ونتيجة لذلك، تسير الكواكب بسرعة أكبر عندما تقتربها مداراتها من الشمس، وبسرعة أقلّ عندما تكون بعيدة عن الشمس. وينصّ قانون كبلر الثالث على أن مرتّع مدّة دوران الكوكب حول الشمس متناسب طردياً مع مكعب متوسط بُعد الكوكب عن الشمس.

وإضافة إلى حركة الكواكب المداريّة، تدور جميع الكواكب أيضاً حول محورها. ويدور معظمها من الغرب إلى الشرق، باستثناء الزهرة وأورانوس وبلوتون التي تدور من الشرق إلى الغرب. وتتعامد، إلى حدّ ما، محاور جميع الكواكب، باستثناء أورانوس وبلوتون، مع مستوى دائرة البروج. وتخضع الأقمار التي تدور حول الكواكب لقوانين الحركة المداريّة التي تخضع لها الكواكب، وتتطابق تقريباً مستوياتها المداريّة مع المستويات المداريّة للكواكب التي تدور حولها. ويدور معظم الأقمار، بما فيها قمر الأرض، حول محاورها مرّة واحدة في كلّ دورة حول الكوكب. ونتيجة لذلك، تُدير هذه الأقمار دائماً الجهة نفسها إلى الكوكب الذي تدور حوله.

▲ صورة لكوكب زحل أُخذت من الفضاء الخارجي

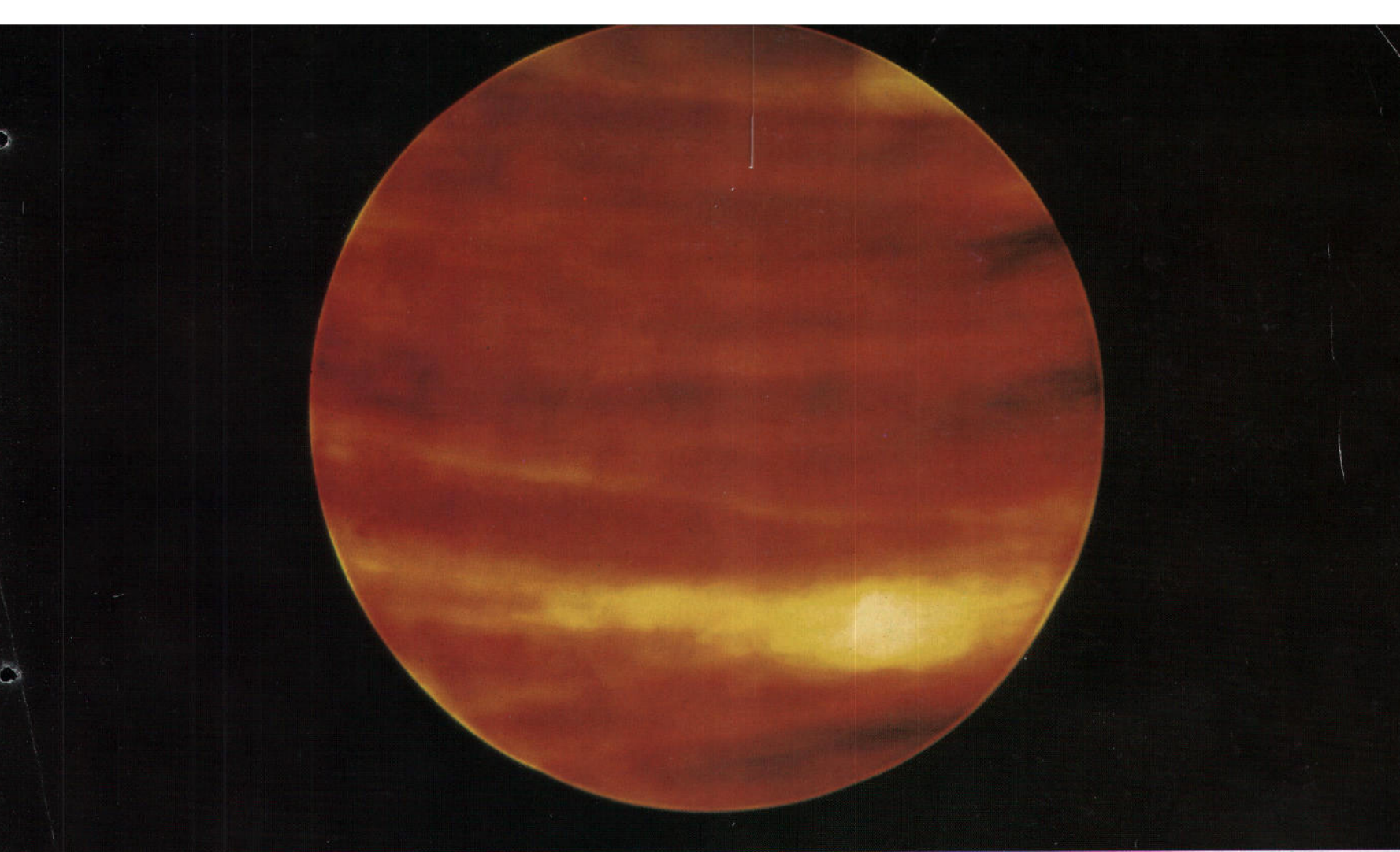
▼ صورة لكوكب المشتري أُخذت من الفضاء الخارجي

كوكب المريخ مع قمره



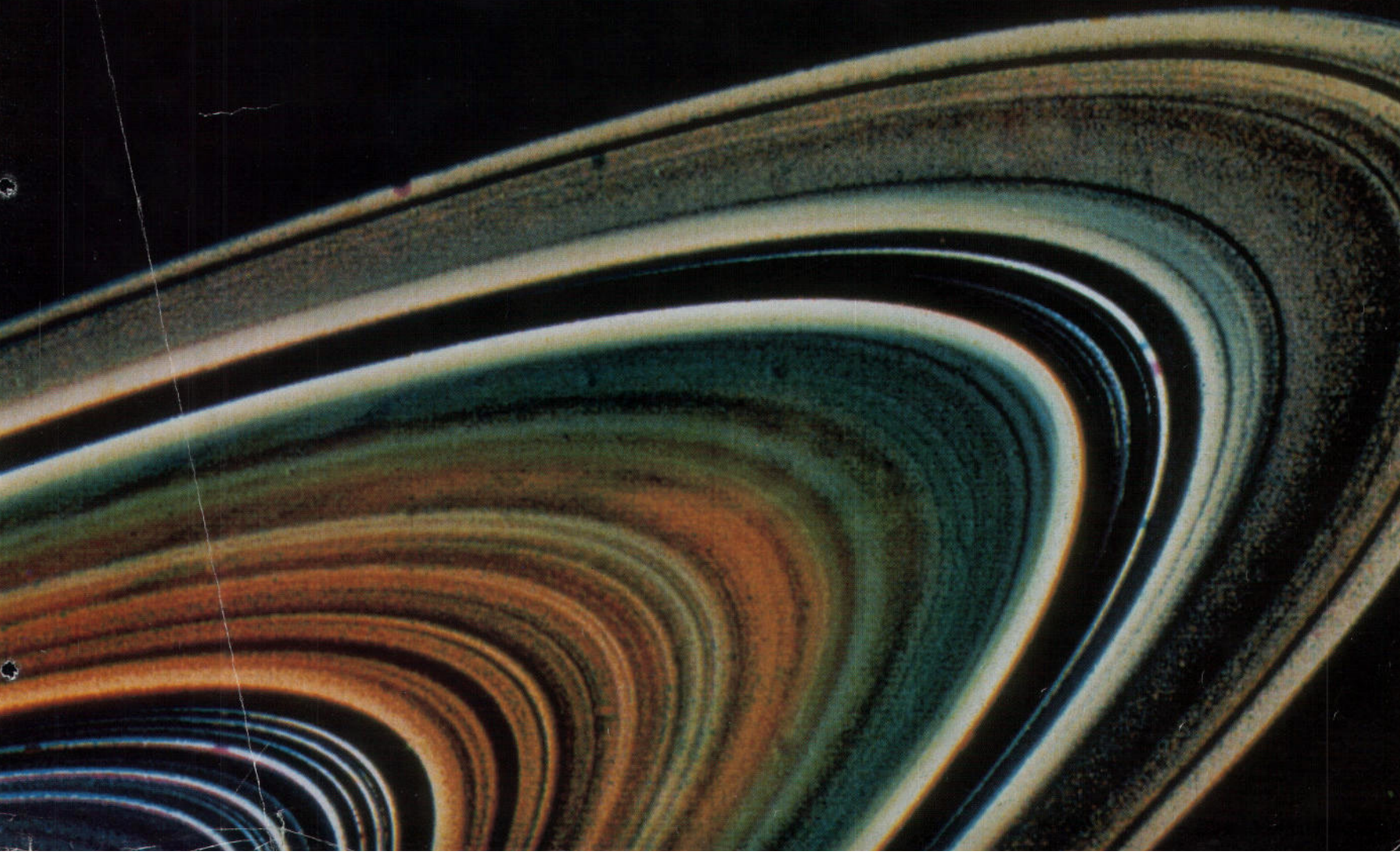
كوكب المشتري وقمره الثلجي

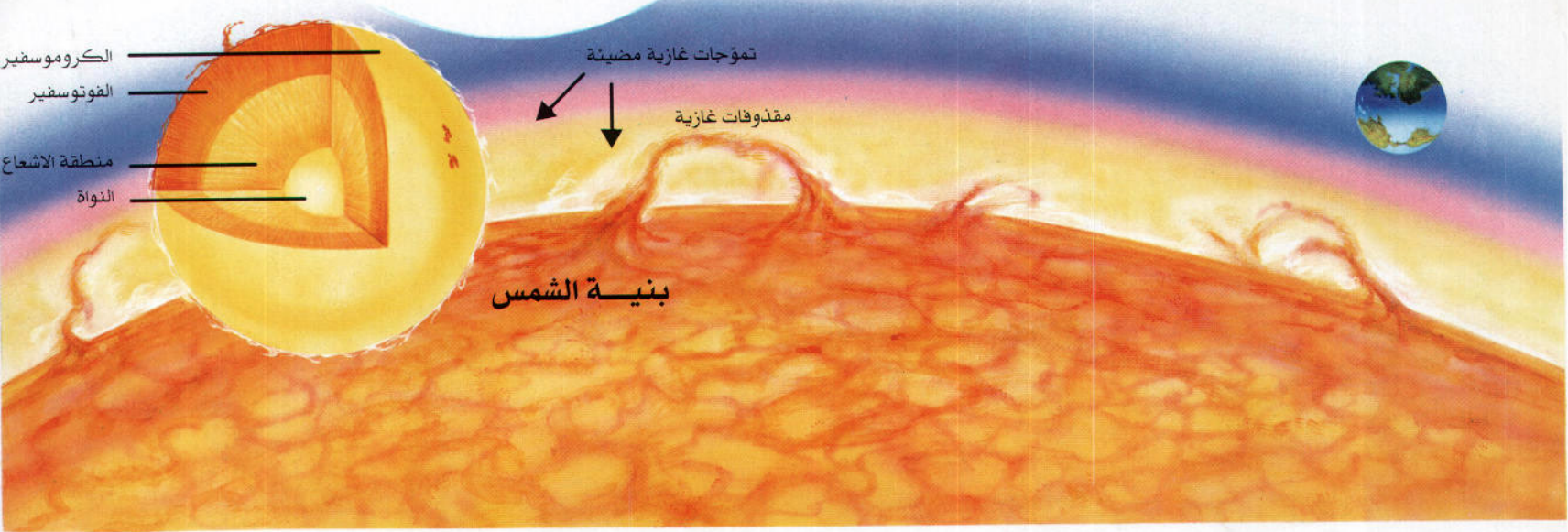
كوكب زئدا خارج النظام الشمسي



قمر إيو أحد أقرب أقمار المشتري الأربعة الكبرى والذي تم اكتشافه بتلسكوب جاليليو

الحلقات الغازية لكوكب زحل، كما التقطتها إحدى المركبات الفضائية





النظام الشمسيّ

تدفع الشمس في الفضاء بسرعة ٢٤٠ كيلومتراً في الثانية، وتسحب معها الكثير من الأجرام الأصغر حجماً. وتُعرف المجموعة التي تشكلها الشمس مع الأجرام المرافقة لها، بالنظام الشمسيّ. وتقوم هذه الأجرام معاً بدورة تدوم ٢٢٥ مليون سنة حول درب اللبانة. ويغضّ النظر عن الشمس، يتراوح حجم الأجسام التي تُؤلف النظام الشمسيّ، من كوكب المشتري العملاق إلى جسيمات مجهرية تُعرف بالجسيمات النيزكية الدقيقة وجسيمات أصغر حجماً - ذرات وجزيئات من الغاز البينكوكبيّ. وتشكّل الأرض واحداً من أكبر الأجرام في النظام الشمسيّ، إلّا أنّها تُعتبر صغيرة جداً بالمقارنة مع الشمس أو المشتري.

لا يعلم الفلكيون تماماً إلى أيّ مسافة يمتدّ النظام الشمسيّ. وعندما يكون بلوتون في أبعد نقطة له عن الشمس (الأوج)، أي على مسافة ٧,٢ مليارات كيلومتر تقريباً، يصبح أبعد كوكب معروف في النظام الشمسيّ. إلّا أنّ الكثير من المذنبات تدور في مدارات تُبعدُها أكثر عن الشمس، حتّى مسافة تفوق بمئات الأضعاف المسافة التي يصل إليها بلوتون. وحتى على هذه المسافات الهائلة، تبقى قوّة الجذب التي تمارسها الشمس هي الطاغية وتمتكن من إعادة المذنب. ويشكّل حوالي مئة بليون مذنب هائلة رقيقة في الأنحاء الخارجية من النظام الشمسيّ. ويُشبه كلّ من هذه المذنبات كرةً لجنّة عملاقة، يتراوح قطرها بين ٣٠ متراً و٣٠,٠٠٠ متر.

النظام الشمسيّ في الفضاء

تشكّل الشمس مركز النظام الشمسيّ، وهي عضو عاديّ جداً في مجموعة هائلة من النجوم تدور في كتلة هائلة لها شكل دولاّب الهواء، وتُعرف بمجرة درب اللبانة. وتحتوي المجرة على ما يقارب ١٠٠ بليون نجم.

يستعمل الفلكيون، في أكثر الأحوال، السنة الضوئية كوحدة لقياس المسافات الفلكية الهائلة. وتساوي السنة الضوئية المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة، أو ٩,٤٠٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ كيلومتر. ومن الأسهل التفكير بسنة ضوئية واحدة بدلاً من عدد كبير من الكيلومترات.

يبلغ قطر المجرة حوالي ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئية. وأقرب جار إلى النظام الشمسيّ هو النظام الثلاثيّ

النجوم المعروف بالظلمان الرئيسي (ألفا) والقريب، والذي يبعد عن الشمس ٤,٣ سنوات ضوئية. وخارج درب اللبانة، هناك مليارات المجرات الأخرى التي تمتدّ في الفضاء. وبعض هذه المجرات أكبر من درب اللبانة، فيما بعضها الآخر أصغر منها بكثير. وتحتوي جميع هذه المجرات تقريباً على مليارات النجوم.

لا يستطيع الفلكيون رؤية طرف الكون، الذي يشكّل الفضاء الشاسع المحتوي على المجرات وعلى جميع كمية المادة والطاقة الأخرى التي يُعرف بوجودها. ولكن، يُعتقد أنّ بعض المجرات والأجسام الأخرى التي تمّ رصدها، تقع على بعد يتراوح بين ٥ و١٥ بليون سنة ضوئية من الشمس. ومقارنة مع هذه المسافات، يحتل نظامنا الشمسيّ حجماً ضئيلاً جداً في الفضاء.

أجزاء النظام الشمسيّ

قد يكون النظام الشمسيّ صغيراً جداً إذا ما قورن بالمسافات التي تقع عليها المجرات أو حتى بنجوم أخرى مجاورة، إلّا أنّه هائل مقارنة بالمسافات على الأرض. وهو أيضاً متنوّع جداً، إذ تتراوح الأجرام التي تُؤلفه بين الشمس الغازية الحارّة وبلوتون المتجمّد والمظلم.

الشمس

الشمس هي العضو المركزيّ في النظام الشمسيّ. وتُثقي قوّة الجذب التي تمارسها الشمس، المكونات الأخرى في مدارات حولها، وتتحكّم بحركاتها. ويفوق وزن الشمس، إلى حدّ بعيد، وزن جميع مكونات النظام الشمسيّ الأخرى مجتمعة. وتحتوي الشمس في الحقيقة على أكثر من ٩٩٪ من الكتلة الإجمالية للنظام الشمسيّ.

إلّا أنّ الشمس ليست سوى نجم متوسط الحجم؛ ولو كانت بعيدة عن الأرض مثل النجوم الأخرى، لما بدت أكبر حجماً أو أكثر سطوعاً من جيرانها. ولكن، بما أنّها أقرب نجم إلينا والنجم الوحيد الذي يمكن مشاهدة تفاصيل سطحه، فهي تشكّل أيضاً أحد أهم مصادر المعلومات المتوفّرة للعلماء حول كيفية عمل النجوم وتطوّرها.

توفّر الشمس جميع كمية الحرارة والضوء وأشكال الطاقة الأخرى اللازمة للحياة على كوكبنا. وتؤمّن الشمس، في الواقع، كلّ طاقة النظام الشمسيّ تقريباً. ويتحكّم تجاذبها التثاقليّ بحركات (أو الطاقة الحركية) الكواكب والأجرام الأخرى. ويعمر

الإشعاع المنبعث من سطح الشمس الكواكب، وهو مصدر جميع الإشعاعات المغنطيسية الكهربائية التي تلقّاها، باستثناء بعض كمّيات الإشعاع الضئيلة التي تأتي من ضوء النجوم الباهت وتحطّم المواد المشعّة على الكواكب والإشعاعات ذات الموجة الطويلة التي يطلقها كوكب المشتري والموجات الإشعاعية الراديّة والأشعّة السينيّة من الفضاء البعيد.

الكواكب

تدور الكواكب حول الشمس في مدارات منتظمة شبه دائريّة. وأقرب مدار إلى الشمس هو مدار عطارد، ويليه مدار الزهرة، ثمّ الأرض والمريخ والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون وأخيراً بلوتون. ويتميّز مدار بلوتون بكونه إهليلجياً أكثر من مدار أي كوكب آخر. وعندما يكون بلوتون في أقرب نقطة في مداره إلى الشمس (الحضيض الشمسيّ أو نقطة المذنب) يكون أقرب إلى الشمس من نبتون.

تشابه حركات الكواكب في الكثير من الأوجه. فجميع الكواكب تدور حول الشمس في المستوى نفسه تقريباً، وهو مستوى خطّ استواء الشمس. ويشكّل بلوتون الكوكب الأكثر اختلافاً من هذه الناحية، إذ أنّ مستواه المداريّ يشكّل زاوية ١٧° تقريباً مع مستوى مدار الأرض حول الشمس. ويليه عطارد الذي يشكّل زاوية ٧° مع مستوى الأرض المداريّ. وتقع مستويات مدارات الكواكب الأخرى ضمن فارق لا يتعدّى ٣,٥° من مدار الأرض.

ويمكن تصنيف الكواكب بحسب قربها إلى الشمس، أو وفقاً لخاصيّاتها الطبيعية. فعلى سبيل المثال، يُطلق على عطارد والزهرة، اللذين يقع مداراهما بين الشمس والأرض، اسم الكوكبين السفليّين. وتُعرف الكواكب التي تقع مداراتها بعد مدار الأرض نسبةً إلى الشمس، بالكواكب العلوية. ويمكن أيضاً تقسيم الكواكب، وفقاً لموقعها، إلى كواكب داخلية (عطارد والزهرة والأرض والمريخ) وكواكب خارجية (المشتري وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتون).

ويعود السبب في هذا التقسيم إلى أنّ الكواكب الداخلية الأربعة تشابه من حيث التركيب - صخر سليكوني وحديد بنسب مختلفة - في حين أنّ الكواكب الخارجية الأربعة الرئيسية (من المشتري إلى نبتون) هي كواكب هائلة الحجم وقليلة الكثافة، وتتميّز بجو غازيّ سميك. وتتألّف هذه الكواكب بشكل رئيسيّ من الهيدروجين والهيليوم في الشكّلين

يمكن رؤيته بالعين المجردة؛ ويضع مِزات في كل قرن، يظهر مذنبٌ يمكن رؤيته حتّى في النهار. تحتوي المذنبات على جسيمات غبار وعلى جليد الكثير من الموادّ التي توجد بشكلها الغازيّ على الأرض. وعند اقتراب المذنب من الشمس، يتحوّل الجليد إلى بخار ويشكّل ذوابة غازية ضبابية حول الكتلة الثبقية من الجسيمات الصلبة التي تُعرف بالنواة. وكلّما اقترب المذنب من الشمس، تزداد كمية المادّة المشعّرة. ويقوم الإشعاع والجسيمات الشديدة الطاقة الصادرة عن الشمس بدفع هذه المادة بعيداً عن المذنب، على شكل ذنب طويل يتجه دائماً بعيداً عن الشمس.

وقد تمكّن الفلكيون من تحديد كتلة المذنب، لأنّ المذنب لا يكون كبيراً بالقدر الكافي ليؤثّر في مدارات الأجرام التي يدنو منها. فعلى سبيل المثال، مِز أحد المذنبات قرب أقمار المشتري دون أن يؤثّر في حركتها المداريّة. لكنّ مدار المذنب قُصّر إلى ربع طوله الأصليّ.

وقد سمحت هذه الوقائع للفلكيّين باستنتاج أنّ أصغر بكثير من الكواكب الأخرى، ويتكوّن من الجليد والصخر. ويدور حول سبعة من هذه الكواكب أجرام أصغر حجماً: الأقمار الطبيعيّة. ويحتلّ زحل المرتبة الأولى من حيث عدد الأقمار، إذ يدور حوله أكثر من ٢٠ قمراً. ولكلّ من الأرض وبلوتون قمر واحد فقط. ونظراً إلى كبر حجم هذين القمرين نسبةً إلى الكوكبين اللذين يدوران حولهما، فإنّ كلّاً من هذين النظامين المؤلّفين من كوكب وقمر يُعتبر أحياناً كوكباً مزدوجاً. ويفوق حجم كلّ من جانيמיד (أحد أقمار المشتري) وتيتان (أحد أقمار زحل) حجم كوكب عطارد. وتتألّف الحلقات المحيطة بالمشتري وأورانوس ونبتون من عدد لا يُحصى من الأقمار الصغيرة جداً.

الكويكبات

هناك الكثير من الأجرام الصغيرة التي تدور حول الشمس في مدارات تقع، في معظمها، بين كوكبي المريخ والمشتري. وتُعرف هذه الأجرام بالكويكبات أو الشيّيرات. وأكبر هذه الكويكبات هو سيريس الذي يتجاوز قطره ٩٦٠ كيلومتراً. لكنّ عدداً قليلاً فقط من الكويكبات، لها قطر يتجاوز ١٦٠ كيلومتراً، ولا يتجاوز قطر معظم الكويكبات المعروفة ١,٦ كيلومتر. ويُقدّر أنّ هناك ملايين الكويكبات بحجم صخرة ضخمة تدور حول الشمس في النظام الشمسيّ.

ولا تصل الكتلة الإجمالية لجميع الكويكبات الموجودة في النظام الشمسيّ إلى أكبر من ثلاثة أضعاف كتلة سيريس. ويعتقد العلماء أنّ الكثير من الكويكبات الأصغر حجماً هي شظايا ناتجة عن الاصطدامات بين الكويكبات الأكبر حجماً. وقد يصطدم بعض هذه الشظايا بالأرض في شكل حجارة نيزكية. ويتمكّن العلماء، عند ذلك، من تحديد تركيبها وعمرها. ويُعتقد أنّ بعض الكويكبات يحتوي على عيّينات من الموادّ الأولى التي التصمت في السحابة العظمى، التي يُظنّ أنّ النظام الشمسيّ قد تكوّن منها.

المذنبات

بين الحين والآخر، وعلى فترات غير منتظمة، تظهر في السماء بقعة من الضوء غير واضحة تماماً، ومصحوبة أحياناً بذنب يخرج منها. تقدّم هذه المذنبات مظهرًا مشهدياً رائعاً، لكنّها قليلة الحدوث. فإنّ معظم المذنبات التي تُرصد كلّ سنة، لا يُرى إلّا بالتلسكوب. ولكن، بين الفينة والفينة، يظهر مذنبٌ

وتطلق الشمس كمية كبيرة من المادّة في الفضاء الشاسع الذي يفصل بين الكواكب. فمع دفع الإشعاع الذي يخرج بشكل متواصل من السطح، تطلق الشمس جسيمات مشحونة كهربائيّاً - إلكترونات ونوى ذريّة - ويُعرف هذا السيل بالرياح الشمسيّة، التي تنتشر إلى أبعد من الكواكب وتخرج الجسيمات الصلبة التي تُعرف بالنواة. وكلّما اقترب المذنب من الشمس، يوذّي اصطدام الرياح الشمسيّة بالأرض إلى حدوث الشفق القطبيّ.

المساير الفضائيّة

أضاف الإنسان الكثير من الأجسام إلى النظام الشمسيّ. فمِنذ إطلاق سيونيك ١ في سنة ١٩٥٧، غادر الأرض عدد كبير من المسابير الفضائيّة والأقمار الصناعيّة. وتوفّر الأقمار الصناعيّة التي تدور حول الأرض، معلوماتٍ حول الظروف السائدة في طبقات الجوّ العليا وفي المنطقة التي تمتدّ فوق الجوّ مباشرة. وقد أُجريت دراسات حول حقل الأرض المغنطيسيّ، والإشعاع الشمسيّ عند التقائه جوّ الأرض، وتركيب وكثافة الجسيمات النيزكيّة وجسيمات الرياح الشمسيّة التي تحيط بجوّ الأرض.

هبط عدد من المسابير والمركبات الفضائيّة المأهولة على سطح القمر. كما أُرسلت مسابير غير مأهولة إلى الزهرة والمريخ والمشتري. وقد جُهِزت هذه المسابير بأجهزة وأدوات تسمح بدراسة الأحوال السائدة (درجة الحرارة، الضغط، الكثافة، التركيب الكيميائيّ) في أجواء هذه الكواكب وعلى سطوحها.

ماضي النظام الشمسيّ ومستقبله

تقدّم العلماء بنظريّات مختلفة لتفسير كيفية تكوّن النظام الشمسيّ. ونظراً إلى أنّ الأمر قد حدث منذ زمن بعيد جداً وأنّ المسافات التي تقطضيها هذه العملية هي مسافات هائلة بالمقاييس الأرضيّة، فإنّه من الصعب جداً الحصول على أدلّة كافية لاختبار نظريّات أصل النظام الشمسيّ. وتبقى المعلومات التي توفّرها المسابير الفضائيّة أهم مصدر للأدلّة.

وتنصّ نظريّة الكوكب الأوليّ، التي جاء بها جرارد ب. كوبر و توماس شراودر شامبرلين، على أنّ النظام الشمسيّ تشكّل كناتج ثانويّ لتكوّن الشمس. وتقول هذه النظرية إنّ سحابة ضخمة من المادّة البينجميّة انقبضت وشكّلت السديم الشمسيّ، الذي تكثّف مركزه وأصبح ما يُعرف بالشمس الأوليّة. ومع دوران الجزء الخارجيّ من السحابة حول الشمس الأوليّة، أدّت الجاذبيّة إلى تشكّل تكتلات كثيفة داخل السديم الشمسيّ. وانقبضت هذه التكتلات لتشكيل كواكب أوليّة تدور حول نفسها ببطء. ومع انقباض الشمس الأوليّة بسبب قوّة الجاذبيّة، ارتفعت حرارتها وطردت معظم ما تبقى من السحابة في الفضاء. وقدت الكواكب الأوليّة أيضاً غلافاتها الخارجية، لكنّ ما بقي منها كان كافياً لينقبض

وبشكل الكواكب الحاليّة. وعلى مقياس أصغر، تطوّرت الأقمار الأوليّة إلى أقمار. يتوقّف مستقبل النظام الشمسيّ على الأرجح على سلوك الشمس. فإذا كانت النظريّات الحاليّة حول تطوّر النجوم صحيحة، فستبقى الشمس بحجمها الحالي وعلى درجة حرارتها الحاليّة، لمُدّة ٤ أو ٥ بلايين سنة أخرى. ومع انقضاء هذه المدّة، تكون الشمس قد حرقت جميع كمية الهيدروجين التي تحتوي عليها. مستوى مدارات الكواكب.

وستبدأ عندها تفاعلات نوويّة أخرى تشمل الهيليوم وذرات أثقل وزناً. ثمّ يبدأ حجم الشمس ولعانها بالإزدياد، وتحوّل إلى عملاق أحمر يمتدّ إلى ما بعد مدار الزهرة، وربما أيضاً يبتلع الأرض. وفي وقت لاحق، بعد أن تكون جميع مصادر الطاقة النوويّة قد نفذت تماماً، ستبدأ الشمس بالانبراد وتحوّل إلى نجم قزم أبيض. ومع انخفاض درجة الحرارة، يتحوّل القزم الأبيض بدوره إلى قزم أسود كثيف وغير مُضيء مكوّن من المادّة الهامدة. وسيدور حول هذا النجم الميت ما تبقى من الكواكب، وقد تحوّلت إلى أجرام متجلّدة.

موقع الشمس في الكون

يُطلق الفلكيون اصطلاحاً على متوسط المسافة بين الأرض والشمس اسم الوحدة الفلكيّة، وهي تساوي ١٤٩,٥٩٧,٨٧٠ كيلومتراً. ويبلغ شعاع الشمس حوالي ٦٩٢,٠٠٠ كيلومتر، أو ما يعادل ١٠٩,٣ أضعاف شعاع الأرض، ما يجعل حجم الشمس حوالي ١,٣٠٦,٠٠٠ ضعف حجم الأرض. وقد وجد الفلكيون، من طريق الحساب، أنّ كتلة الشمس، أو كمية المادّة التي تحتويها، تفوق بحوالى ٣٣٣,٤٠٠ ضعف كتلة الأرض.

يقطع شعاع الضوء الذي تطلقه الشمس، الفضاء بسرعة ٢٩٨,٠٥١ كيلومتراً في الثانية تقريباً، فيحتاج إلى حوالي ٨ دقائق و١٩ ثانية ليصل إلى الأرض، ويحتاج الضوء القادم من النجوم الأخرى إلى وقت أطول لبلوغ الأرض. فيستغرق، مثلاً، الضوء

الآتي من أقرب النجوم إلينا بعد الشمس - نجم الظلمان الرئيسي - أكثر من أربع سنوات ليصل إلى الأرض، ويحتاج الضوء القادم من مركز مجرتنا - درب اللبانة - إلى آلاف السنوات ليصل إلى الأرض. ونظراً إلى أنّ الشمس قريبة جداً منا، فهي تبدو أكبر بكثير من النجوم الأخرى. وتبدو النجوم من الأرض كنقاط من الضوء، حتّى عندما يجري رصدها بأقوى التلسكوبات.

تختلف النجوم اختلافاً كبيراً من حيث الحجم واللون، وتتراوح بين النجوم العملاقة التي يفوق حجمها حجم الشمس إلى حدّ بعيد، والنجوم القزمة، التي يمكن أن تكون أصغر من الشمس بكثير. أمّا لجهة اللون، فتتراوح بين النجوم الزرقاء الضاربة إلى البياض التي تتميّز بدرجات حرارة سطحيّة مرتفعة جداً (أكثر من ٣٠,٠٠٠ كلفين أو ٢٠,٢١٢° مئوية)، ونجوم حمراء باردة نسبياً (أقلّ من ٣٥٠٠ كلفين أو ٢٢٠٦° مئوية). والشمس هي نجم قزم أصفر، وهو نوع من النجوم الشائعة الوجود في درب اللبانة؛ وتبلغ درجة حرارة الشمس السطحيّة حوالي ٥٨٠٠ كلفين أو ٣٧٧٨° مئوية.

دراسة الشمس

استُعمل التلسكوب في دراسة الشمس منذ سنة ١٦١٠. ويسمح التلسكوب للعلماء بوصف مظهر الشمس، ومراقبة حركة البقع الشمسيّة، وقياس دوران الشمس حول محورها. وقد تمّ اختراع التلسكوب البرجيّ الشمسيّ، وهو تلسكوب عموديّ خاصّ، لدراسة الشمس. ويسمح طوله البُوري الكبير بإعطاء صور كبيرة جداً عن الشمس (بقطر قد يتجاوز ٧٥ سنتيمتراً). ويُسْتعمل تلسكوب

خاصّ آخر لدراسة طفافوة الشمس (جوّ الشمس). ويقوم هذا الجهاز بحجب الضوء المباشر الصادر عن قرص الشمس، ويسمح برؤية جوّ الشمس الخارجيّ القليل السطوع الذي يُعرف بالطفافوة أو الهالة.

وعندما يَمِزّ شعاع من الضوء عبر منشور^(١) أو مُخرّزة مجوّد، ينقسم إلى مجموعة من الألوان تُعرف بالطيف. ويحلّل العلماء هذا الطيف لتحديد نوع الموادّ الكيميائيّة التي تُؤلف الشمس وكميّتها وموقعها وحالتها الفيزيائيّة.

في سنة ١٨١٤، بدأ جوزف فون فراونهوفر بدراسة شاملة للطيف الشمسيّ. ووجد أنّ عدداً كبيراً من الخطوط الداكنة تقطع الطيف، وهي تُعرف اليوم بخطوط الامتصاص أو خطوط فراونهوفر. وفي أثناء ذلك، انصرف علماء آخرون إلى دراسة الضوء الذي تطلقه العناصر الغازيّة وتمتصّه عندما تُشعّن في المختبر. واكتشف هؤلاء العلماء أنّ كلّ عنصر يعطي دائماً مجموعة من خطوط الانبعاث الخاصّة به وحده. وتبيّن أنّ الخطّ الشمسيّ الداكن الذي أسماه فراونهوفر الخطّ D ٥٥1 يحتلّ دائماً، في الطيف، الموضع الذي يحتله الخطّ الساطع الذي يعطيه الصوديوم عندما يُشعّن في المختبر.

ويتفق العلماء اليوم على أنّ الخطوط الداكنة تتقلّ العناصر الموجودة في جوّ الشمس. ويعود لون الخطوط الداكن إلى أنّ العناصر في جوّ الشمس تمتصّ الخطوط الساطعة التي يطلقها العنصر في قرص الشمس.

وقد وُفّر ربط خطوط الطيف بالعناصر التي تطلقها أو تمتصّها، وسيلةً لدراسة تركيب سطح الشمس. وقد تبيّن أنّ جميع العناصر تقريباً المعروفة على الأرض موجودة أيضاً في الشمس. وأظهرت الدراسات على الطيف الشمسيّ أنّ الهيدروجين يؤلّف حوالي ٩٢٪ من جوّ الشمس، والهيليوم حوالي ٨٪. ويحتوي جوّ الشمس أيضاً على الكربون والنيتروجين والأكسجين والصوديوم وعناصر أخرى.

وتُستعمل أيضاً برسمّة الطيف الشمسيّ والمُرْسُح المزودج الانكسار، لدراسة جوّ الشمس. ويستطيع كلا الجهازين قصر الضوء الذي يَمِزّ عبرهما، على مجموعة صغيرة جداً من الأطوال الموجيّة، مثل الضوء الأحمر الذي يطلقه الهيدروجين أو الضوء البنفسجيّ الذي يطلّعه الكسبيوم.

في سنة ١٩٤٢، اكتشف العلماء أنّ الشمس تطلق أيضاً موجات راديّة (اشعاعية، لاسلكيّة) إلى جانب الاشعاعات الشمسيّة المعروفة، مثل الضوء والأشعّة السينيّة (أشعّة إكس). وأحد أسباب هذه الموجات الراديّة هو الحركة الحرارية للذّرات في جوّ الشمس. وقد أظهرت الدراسات التي أُجريت بالتلسكوبات اللاسلكيّة أنّ الموجات الراديّة تبعث من مجال أكبر من جوّ الشمس المرئيّ، ما يدلّ على أنّ جوّ الشمس يمتدّ إلى أبعد ممّا يمكن رؤيته.

على الأرض، تكون فعاليّة التلسكوب محدودة لأنّ جوّ الأرض يمتصّ قسماً كبيراً من إشعاع الشمس. لذا، فمع تقدّم علوم الفضاء، أُطلّقت صواريخ وأقمار صناعيّة فوق جوّ الأرض، وقد جُهِزت بأدوات وأجهزة سمحت بملء الفرجات الفارغة في الطيف الشمسيّ.

(١) البروج: دائرة ترسمها الشمس في سيرها في السماء في سنة واحدة، وتقسّم الدائرة إلى اثني عشر، كلّ واحد منها ٣٠ درجة، أسماء المعاصرون عن غير حاجة الدائرة الكسوفية.

(٢) الموشور: مجسم من بلّور قاعدته مثلثة الأحلاع.

نواة الشمس العنيفة

تبدو الشمس ككرة مشتتلة. وهي غالباً ما تُصوَّر كدائرة محاطة بالسَّنة اللهب. لكنَّ حرارة الشمس تبلغ درجات في غاية الارتفاع، بحيث أنَّه لا يمكن لأيِّ تفاعل كيميائيٍّ مثل التفاعلات التي تحدث على الأرض، كالاتحراق مثلاً، أن يحدث على سطحها. ثمَّ لو أنَّ الاتحراق هو الذي يولِّد طاقة الشمس، لكانت قد نفدت من الوقود منذ ملايين السنين.

وقد تقدَّم العلماء بنظريات مختلفة لتفسير الطاقة الهائلة التي تطلقها الشمس. وتنصُّ إحدى النظريات على أنَّ جميع جسيمات المادَّة الموجودة في الشمس تمارس تَجاذباً تَقاليّاً، الواحد على الآخر، ما يؤدِّي إلى انكماش الشمس وتراصُّها. إنَّ هذه العملية، المعروفة بالانقباض التَقاليّ، تحدث فعليّاً في بعض النجوم، ويمكن أن تطلق كميةً كبيرة من الطاقة. إلَّا أنَّ الانقباض التَقاليّ لا يستطيع توليد الطاقة لأكثر من ٥٠ مليون سنة كحدِّ أقصى، في حين أنَّ عمر الشمس لا يمكن أن يكون أقل من عمر الأرض الذي يساوي ٤,٥ بلايين سنة.

جاءت النظرية الذرية أخيراً بالتفسير المطلوب. ويتفق العلماء اليوم على أنَّ التفاعلات النووية الحرارية هي مصدر الطاقة الشمسية. وأظهرت الحسابات النظرية التي أجراها ألبرت أينشتاين أنَّه يمكن تحويل قدر قليل من الكتلة إلى قدر كبير من الطاقة. وتستطيع الكمية الهائلة من المادَّة الموجودة في الشمس أن تُوفِّر الوقود اللازم للتفاعلات النووية طوال ملايين السنين. ويعتقد العلماء أنَّ نواة الشمس هي كتلة كثيفة جداً وحارَّة جداً من النوى الذرية واللاكترونات. وقد حدَّدت درجة حرارتها بالعمليات الحسابية بحوالى ١٥,٠٠٠,٠٠٠ كلفين أو ١٠,٢٠٠,٠٠٠ مئويَّة. وفي هذه الشروط، يمكن أن تصادم النوى وتلتحم، فتشكِّل نوى جديدة أثقل وزناً. ويُعرف هذا النوع من التفاعلات النووية الحرارية بالاتحام. وأثناء هذا النوع من التفاعل، يتحوَّل قسم من كتلة النوى إلى طاقة. وغالباً ما تحدث عمليَّتان بوجه الخصوص، هما دورة الكربون والتفاعل البروتونيّ الاتحاديّ.

الفوتوسفير والبقع الشمسية

الفوتوسفير (أو الكرة الضوئية) هو سطح الشمس البتِّير، وهو أعمق طبقة مرئية من الشمس. وتتراوح درجات حرارة سطح الشمس بين ٧٥٠٠ كلفين أو ٤٩٠٠ مئويَّة في الأسفل، و ٤٧٠٠ كلفين أو ٣٠٠٠ مئويَّة في الأعلى. ويبلغ معدَّل درجات حرارة سطح الشمس ٥٨٠٠ كلفين أو ٣٧٧٨ مئويَّة. يتميَّز الفوتوسفير ببنية محدَّدة: تفصل مناطق داكنة، تبدو كفقنات أو شبكات، بين الكثير من الحبيبات الصغيرة المضيئة. وتظهر صور الفوتوسفير المنلْقطة عن ارتفاع عال أنَّ الحبيبات هي قمم عواميد من الغاز يصل قطرها إلى مئات الكيلومترات. وتشكِّل هذه العواميد ثمَّ تزول بصورة متواصلة. وتقول إحدى الفرضيات إنَّ الحبيبات هي رؤوس عواميد من الغاز تصعد وتنزل في الفوتوسفير. ويشير انتظام التَّجثُّب إلى أنَّ هدوءاً نسبياً يسود سطح الشمس. إلَّا أنَّ السطح يتعرَّض دورياً لاضطرابات عنيفة. وتظهر هذه الاضطرابات عموماً كقطاط أدكن لوناً. تُعرف بالمسام، على خلفيَّة الفوتوسفير البتيرة. ويرتفع عادة عدد هذه المسام، ويزداد حجمها بسرعة لتشكيل بقعة شمسية كبيرة واحدة أو مجموعة من البقع الشمسية.

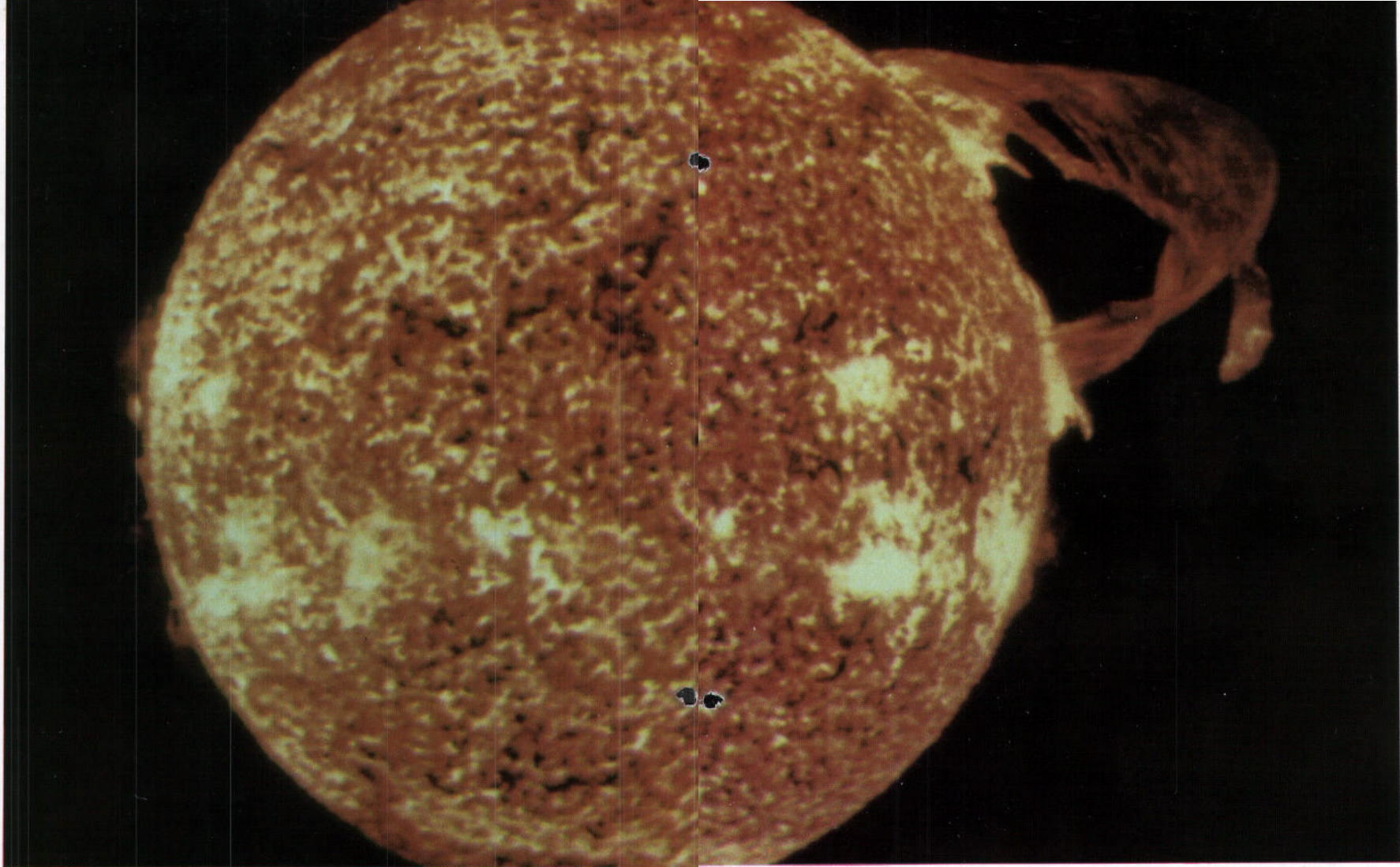
لاحظ علماء الفلك القدماء أنَّ البقع الشمسية تزيح من موقعها. واستنتج جاليليو أنَّ هذه الزحزحة ناتجة عن دوران الكرة الشمسية. وتتمُّ دورة الشمس المَرئية في حوالى ٢٧ يوماً، وهي مدَّة تشمل أيضاً حركات الأرض. وتختلف مدَّة دوران الشمس الفعليَّة مع العرض الجغرافي للشمس؛ فهي تبلغ ٢٥ يوماً عند خطِّ استواء الشمس و ٢٧,٤ يوماً عند خطِّ العرض ٤٠°. ويحدث هذا التَّأخير لأنَّ الشمس تدور كغاز وليس كجسم صلب.

للبقع الشمسية النموذجية مركز مستدير داكن، يُعرف بالظل، تحيط به منطقة أفتح تُعرف بشبه الظلّ. وتشكِّل منطقة شبه الظلّ من الأشعَّة المنطلقة من مركز منطقة الظلّ. وتختلف البقع الشمسية اختلافاً كبيراً من حيث الحجم، لكنها تبقى دائماً صغيرة، مقارنةً بحجم الشمس. وعندما تظهر البقع الشمسية في مجموعات، تمتدُّ أحياناً على آلاف الكيلومترات. وتشير دُكَّة منطقة الظلّ إلى أنَّ البقع الشمسية أقلَّ حرارة من الفوتوسفير. ويُعتقد أنَّ مناطق الظلّ أبرد بحوالى ٢٠٠٠ كلفين أو ١١٧٠ مئويَّة من الفوتوسفير. وعندما تقترب مناطق الظلّ من حافة الشمس، تبدو أيضاً أكثر انخفاضاً من الفوتوسفير. رُصدت البقع الشمسية بانتظام منذ سنة ١٧٥٠ إلى يومنا الحاضر. وقد تبيَّن بنتيجة هذه المشاهدات أنَّ البقع تظهر وتختفي وفق دورة محدَّدة، وأنها تقتصر على منطقتين فقط من الشمس واقتين بين خطِّي العرض ٤٠° و ٥° من نصفيِّ الكرة الشمسية الشماليّ والجنوبيّ. وتستمرُّ هذه الدورة ما معدِّله ١١ سنة. في بداية الدورة، تظهر بضع بقع في جوار ٣٥° شمالاً وجنوباً. ثمَّ يزداد عدد البقع بسرعة، وتبلغ حدَّها الأقصى في غضون ٥ سنوات تقريباً. وفي الوقت نفسه، تتحوَّك البقع ببطء باتجاه خطِّ الاستواء. وخلال السنوات السَّت اللاحقة، يتراجع عدد البقع فيما تواصل الاقتراب من خطِّ الاستواء. تنتهي الدورة عند هذه المرحلة، وتبدأ دورة أخرى على الفور.

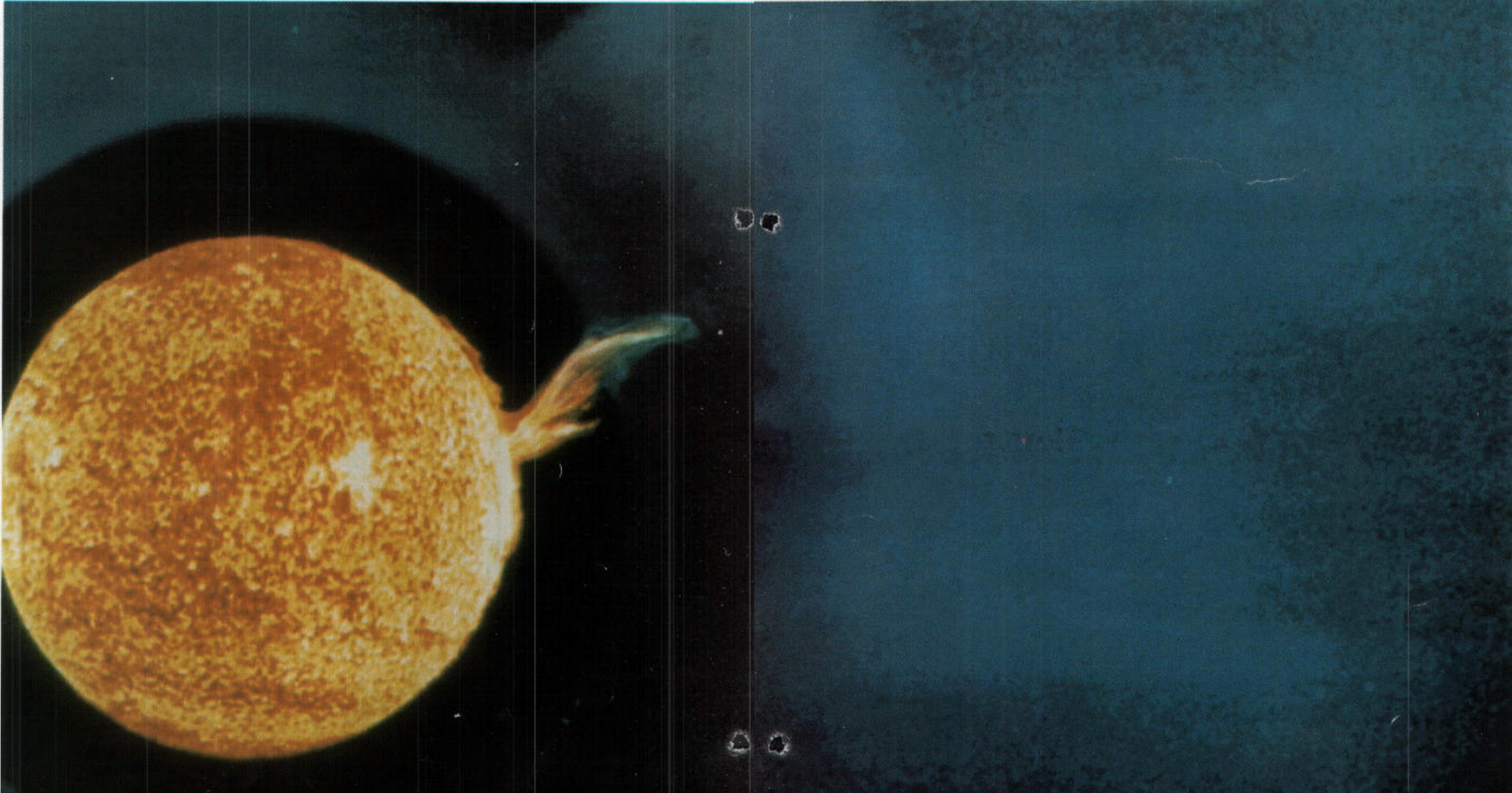
لاحظ الفلكيُّ الأميركيُّ جورج إ. هابل أنَّ بعض صور البقع الشمسية يُظهر وجود بنى تبدو وكأنَّها تتبع خطوط القوَّة المغنطيسية. وكثيراً ما تبدو بقعتان شمسيَّتان وكأنَّهما تشكِّلان القطبين الشماليّ والجنوبيّ لحقل مغنطيسيّ. وقد تمكَّن هابل، في نهاية الأمر، من إثبات أنَّ البقع الشمسية هي بالفعل مراكز لحقول مغنطيسية. إضافة إلى ذلك، اكتشف العلماء أنَّه من دورة (من ١١ سنة) إلى أخرى، يحدث انعكاس تام لقطبيَّة البقع الشمسية في نصفيِّ الكرة الشمسية الشماليّ والجنوبيّ، ما يعني أنَّ الدورة المغنطيسية للبقع الشمسية تستمرُّ ٢٢ سنة. وتدعم هذه الظاهرة النظرية القائلة إنَّ حقولاً مغنطيسية محليَّة ترتبط بشكل من الأشكال بوجود البقع الشمسية.

الكروموسفير

الكروموسفير (أو الكرة الملوَّنة) هو الطبقة الواقعة فوق الفوتوسفير، وقد أُعطي هذا الاسم نظراً إلى لونه الضارب إلى الحمرة، والذي يمكن رؤيته أثناء كسوفات الشمس الكليَّة. تمتصُّ الطبقة السفليَّة من الكروموسفير قسماً من الضوء الذي يطلقه الفوتوسفير (سطح الشمس البتِّير)، فتخلق خطوط الانقصاص الداكنة في الطيف الشمسيّ. ويحدث هذا الانقصاص لكون الجزء السفليّ من الكروموسفير أبرد من الفوتوسفير. إلَّا أنَّ درجة



مذوفات غازية، كما التقطها تلسكوب هابل



حرارته ترتفع مع الوزن حتَّى تصل إلى ١,٠٠٠,٠٠٠ كلفين أو ٦٨٠,٠٠٤٠ مئويَّة عند الحدِّ العلويّ للكروموسفير.

ويحدث معظم «الظواهر الجوية» على الشمس في الكروموسفير. فعندما يُنظر إلى الكروموسفير تحت ضوء هيدروجينيّ أو تحت ضوء الكالسيوم البنفسجيّ، تظهر مناطق لامعة تقع عادة فوق البقع الشمسية أو قربها. وقد تكون هذه المناطق اللامعة امتدادات للبقع اللامعة - الضيائيد Faculae - التي تظهر على الفوتوسفير قرب البقع الشمسية.

ويشكِّل الإندلاع الشمسي ظاهرة أعنف من ذلك بكثير، تتمثَّل في انفجار كروموسفيري يندلع من منطقة لامعة. ويمكن أن يطلق الاندلاع أو الانفجار الشمسي إشعاعاً ذا طاقة عالية وجسيمات مشحونة غنيَّة بالطاقة. وتشكِّل عادة الاندلاعات الشمسية بسرعة كبيرة، وتبلغ الحدِّ الأقصى من السطوع في ظرف بضع دقائق، ثمَّ تتلاشى ببطء. وتطلق أحياناً الاندلاعات الشمسية القويَّة جدّاً أشعَّة سيَّية وموجات إشعاعيَّة (راديَّة) وحشوداً من الجسيمات المشحونة. ويمكن أن تشكِّل هذه التدفُّقات المفاجئة من الطاقة خطراً كبيراً على رُؤاد الفضاء خارج جو الأرض الواقى، لأنَّ هذا الإشعاع السريع الحركة يستطيع اختراق جدران المركبات الفضائية وإلحاق الضرر بخلايا الجسم.

لاحظ علماء الفلك الأوائل وجود حلقات وأشربة حمراء حول قرص الشمس المظلم، أثناء حدوث كسوف شمسيّ. وتُعرف هذه الأشربة بالشواطئ (جمع شواطئ) الشمسية. وقد تبيَّن في وقت لاحق أنَّ المناطق الطويلة الداكنة المحيطية الشكل، التي كانت تُعرف باسم الخيوط، هي أيضاً شواطئ. وتنتشر الشواطئ، أو الخيوط، على سطح الشمس. ومثل معظم الظواهر الشمسية الأخرى، لا يزال الشواطئ غير مفهوم تماماً. وقد يكون هناك عدَّة أنواع مختلفة من الشواطئ. ويمكن أن تحافظ الشواطئ الهادئة على شكلها لأشهر عدَّة، في حين أنَّها، في المناطق النشطة، لا تدوم عادة وقتاً طويلاً. وتمتدُّ الشواطئ الطويلة على مسافة ١٥٠,٠٠٠ كيلومتر تقريباً ويصل عرضها عادة إلى بضعة آلاف الكيلومترات. ويبدو أنَّ هذه الشواطئ تتشكِّل من المادَّة المتوهَّجة التي تسقط باطراد من هالة الشمس إلى داخل الكروموسفير، وذلك إلى حدِّ ما، كما يتكتَّف المطر في سماء الأرض. لكنَّ الشواطئ قد ترتفع، وأحياناً ينفجر باتجاه الأعلى بسرعات تصل إلى ١٦٠٠ كيلومتر في الثانية.

هالة الشمس

تحيط هالة الشمس (أو طُفاوة الشمس) بالكروموسفير، وهي جوٌّ خارجي خفيف اللمعان. ونظراً إلى كون هذا الجوُّ أهدأ بالآلاف الأضعاف من قرص الشمس، فليس بالإمكان رؤيته عادة. وقبل اختراع جهاز مراقبة هالة الشمس، لم يكن بالإمكان رؤية الهالة إلَّا أثناء كسوف الشمس الكليّ. فعندما يُحجب الكروموسفير، تبدو الهالة كدائرة فضيَّة تحمل أقواساً وأشربة طويلة. وتكون الأقواس مرئية عادة فوق مناطق الاضطراب، ولا سيَّما حيث تتواجد الشواطئ. وعندما تكون البقع الشمسية في حدِّها الأدنى، يكون للهالة أشربة طويلة على طول خطِّ الاستواء مع شعاعات قصيرة عند القطبين. ويصبح

شكل الهالة، عندئذٍ، شبيهاً بشكل خطوط القوة حول كرة مغنطيسية. ويتغيَّر هذا الشكل عندما تكون البقع الشمسية في حدِّها الأقصى. وتصبح الهالة عندئذٍ شبه دائرية، وتوزَّع الأشربة على نحو متماثل حول قرص الشمس.

لم يتمكَّن العلماء لوقت طويل من مطابقة خطوط الالبتعات في طيف الهالة مع العناصر الموجودة على الأرض. واعتقدوا أنَّها ابتعاثات عنصر الكورونيوم غير الموجود على الأرض. وأظهرت الأبحاث المتقدِّمة في مجال الذرَّة أنَّ هذه الخطوط يمكن أن تتشكِّل عندما يكون لغازات الحديد والنيكل والكالسيوم، كثافة منخفضة جدّاً ودرجة حرارة مرتفعة جدّاً.

ومن المعروف اليوم أنَّ الهالة تتألَّف من أحد أشكال المادَّة المعروف بالغاز المؤيَّن، وهو غاز حارٌّ جدّاً يتكوَّن من سحب كثيف من الجسيمات المشحونة. وتصل درجة حرارة الهالة إلى حوالى ٢,٠٠٠,٠٠٠ كلفين أو ١,٣٦٠,٠٨٠ مئويَّة، لكنَّها ليست كثيفة، بما فيه الكفاية، لتوليد كمية كبيرة من الحرارة. عندما يعبر نيزك هالة الشمس فإنَّه لا يحترق وينبَد كما يحدث عادة في جوِّ الأرض، الذي هو أقلَّ حرارة من الهالة، ولكنَّ أشدَّ منها كثافة. ويسود الاعتقاد أنَّ الهالة تسخن بنتيجة حركة الحبيبات والشويكات (ج: شوك) في الفوتوسفير والكروموسفير. ويمكن أن تنتقل هذه الطاقة بواسطة التصادمات المباشرة بين ذرَّات الطبقات الواقعة تحت الهالة وذرات الهالة، أو عبر موجات صدمية تنتشر إلى الخارج عبر الكروموسفير إلى الهالة.

الرياح الشمسية

صادفت المركبات الفضائية المسافرة في الفضاء بين الكواكب، سيولاً من الجسيمات المشحونة الغنيَّة بالطاقة صادرة عن الشمس. تُعرف هذه السيول بالرياح الشمسية، وهي تخرج من الشمس بشكل شعاعيّ وتجري عبر النظام الشمسيّ، وتمتدُّ على الأقلِّ إلى مدار كوكب نبتون. تطلق الهالة هذه الجسيمات بصورة متواصلة، لكنَّ عددها يزداد إلى حدِّ بعيد بعد الانفجارات الشمسية. وتسير الجسيمات بسرعة تتراوح بين ٣٥٠ و ٧٠٠ كيلومتر في الثانية.

تتألَّف الرياح الشمسية أيضاً من الغاز المؤيَّن. وهي مكوَّنة بشكل رئيسي من مزيج من البروتونات والالكترونات، إضافة إلى كمِّيَّات قليلة من نوى بعض العناصر الأثقل وزناً. وتشكِّل الجسيمات التي تولِّف الرياح الشمسية بنتيجة تمدُّد غازات الهالة طرِّ من الغاز في الثانية. وتزداد سرعة الجسيمات بسبب درجات الحرارة المرتفعة في الهالة، وتصل إلى سرعات مرتفعة جدّاً تسمح لها بالافلات من حقل جاذبيَّة الشمس. وعندما تعادُر الجسيمات، تأخذ معها جزءاً من حقل الشمس المغنطيسيّ. ونظراً إلى دوران الشمس حول محورها وإلى التديق المنتظم للجسيمات، فإنَّ خطوط الحقل المغنطيسيّ الذي تحمله الرياح الشمسية، تُخطُّ منحنيات في الفضاء. وتتسبَّب الرياح الشمسية بإبعاد ذنب المذبتات المازة عن الشمس. وعندما تصطدم الرياح الشمسية بحقل الأرض المغنطيسيّ، تُحدث موجة صدمية. ولا تزال طبيعة هذه الموجة الصدمية غير مفهومة تماماً. وفي جوار الأرض، تخلق الرياح الشمسية عواصف مغنطيسية والشفق القطبيّ، وتؤدِّي إلى خيِّو الارسال اللاسلكيّ.

الخسوف والكسوف

يشير الخسوف أو الكسوف إلى تعتميم جرم سماويّ. ويحدث ذلك عندما يسقط ظل جرم في الفضاء على جرم آخر، أو عندما يمرّ جرم أمام جرم آخر فيحجب ضوءه. ويحدث كسوف الشمس، عندما تُظلم الشمس ظاهرياً شيئاً فشيئاً، مع مرور القمر بين الشمس والأرض. ويحدث خسوف القمر عندما يُظلم القمر مع مروره في ظلّ الشمس.

ويمكن أن تحجب أيضاً أجرام سماويةً أخرى، غير الشمس والقمر، بعضها بعضاً. فكوكب المشتري، مثلاً، يحجب أحياناً الضوء عن أقماره. وبدورها، تلقي أقمار المشتري أحياناً ظلالاً على الكوكب. وفي بعض الأحيان، يحجب القمر، أو جرم سماويّ آخر، الضوء عن كوكب أو نجم بعيد. ويشير الفلكيون إلى نوع معيّن من النجوم المتغيرة، باسم الثنائيّ الاحتجاجيّ. ويتألف الثنائيّ الاحتجاجيّ من نجمين يدوران الواحد حول الآخر، بحيث يحجب كلّ منهما الضوء عن الآخر بشكل دوريّ. ويتناول هذا البحث، بشكل رئيسيّ، خسوف القمر وكسوف الشمس.

متى يحدث الخسوف أو الكسوف

تلقي الأرض والقمر دائماً ظلالاً في الفضاء، ويدور القمر حول الأرض مرّة واحدة تقريباً في الشهر. ولكن لا يحدث خسوف للقمر أو كسوف للشمس كلّ شهر. فمدار القمر مائل بنحو ٥° على مدار الأرض حول الشمس،

ولذلك فإنّ ظلّ القمر لا يسقط عادة على الأرض ولا يحدث بالتالي كسوف شمسيّ. وبطريقة مماثلة، لا يتعرّض القمر للخسوف في أكثرية الأحوال، إذ يمرّ فوق ظلّ الأرض أو تحته. وهكذا، فإنّ الكسوف أو الخسوف لا يحدث إلّا عندما تكون الأرض والشمس والقمر في خطّ شبه مستقيم.

يستطيع الفلكيون التنبؤ بحدوث الخسوفات والكسوفات بكثير من الدقّة. ويمكن رؤية كسوفين على الأقل وثلاثة خسوفات، كلّ سنة، في أماكن مختلفة من العالم.

الكسوف

يحدث كسوف الشمس عندما يغطّي ظلّ القمر تدريجيّاً وجه الأرض. ويتحرّك الظلّ عادة من الغرب إلى الشرق، فوق سطح الأرض، بسرعة ٣٢٠٠ كيلومتر في الساعة تقريباً. ويمكن أن يرى الناس الموجودون في مسار الظلّ، واحداً من ثلاثة أنواع من الكسوفات. يحدث الكسوف الكليّ إذا حجب القمر الشمس تماماً. وإذا كان القمر في أبعد نقطة له عن الأرض عندما يحدث الكسوف الكليّ، يمكن أن يصبح الكسوف كسوفاً حلقيّاً. وفي مثل هذا النوع من الكسوفات، لا يعمّ القمر سوى وسط الشمس، تاركاً حلقة ساطعة حول الأطراف.

ويحدث الكسوف الجزئيّ عندما لا يغطّي القمر سوى جزء فقط من الشمس.

يشكّل الكسوف الكليّ أحد أكثر المناظر الطبيعيّة تأثيراً في النفس. ويظهر القمر المظلم على الطرف الغربيّ للشمس، ويتحرّك ببطء في

عرض الشمس. وفي لحظة الكسوف الكليّ، تظهر هالة لامعة للعبان تحيط بقرص الشمس المظلم. وهذه الهالة هي جوّ الشمس الخارجيّ، أو الطفاوة. وتبقى السماء زرقاء لكنّها تصبح أغمق لوناً. وقد يصبح من الممكن رؤية بعض النجوم الشديدة السطوع والكواكب من الأرض. وبعد بضع دقائق، تعود الشمس إلى الظهور مع ابتعاد القمر إلى الشرق. وقد تبقى الشمس مظلمة تماماً حتى ٧ دقائق و٤٠.٠ ثانية، لكنّها تُظلم في المعدّل مدّة دقيقتين ونصف دقيقة.

ولا يمكن رؤية الكسوف الكليّ إلّا في أماكن معيّنة من العالم. وتقع هذه المناطق في مسار الكليّة، أي المسار الذي يمرّ فيه ظلّ القمر فوق الأرض. ولا يكون مسار الكليّة أبداً أعرض من حوالي ٢٧٤ كيلومتراً. يجب ألاّ ننظر أبداً إلى الكسوف بشكل مباشر، فالإشعاع الصادر عن الشمس – وحتى عن الهالة وحدها – يمكن أن يؤذي العينين. ولا يلغي استعمال طبقة رقيقة من اليلاستيك الداكن أو الزجاج الغامق أو النظّارات الشمسيّة، خطرَ تضرّر العينين نتيجة النظر مطوّلاً إلى كسوف الشمس. ويجب النظر إلى الكسوفات بشكل غير مباشر بواسطة جهاز إسقاط ذي ثقب أو جهاز مائل.

الخسوف

يحدث الخسوف عندما يمرّ القمر في ظلّ الأرض. ويحدث الخسوف الكليّ عندما يمرّ القمر كاملاً في ظلّ الأرض. ويمكن أن يدوم خسوف القمر الكليّ حتى ساعة و٤٠.٠ دقيقة. ويمكن أن يرى معظم الناس في الجهة المظلمة

(جهة الليل) من الأرض، خسوف القمر عند حدوثه. ولا خطر على الإطلاق من النظر إلى خسوف القمر.

في معظم الخسوفات، لا يصبح القمر مظلماً تماماً. وفي الكثير من الحالات، يصبح لونه ضارباً لونهاً. وقد يصبح من الممكن رؤية بعض النجوم إلى الحمرة. فجوّ الأرض يحني جزءاً من ضوء الشمس حول الأرض وباتجاه القمر. ويكون هذا الضوء أحمر اللون لأنّ الجوّ يشتّت الألوان الأخرى الموجودة في نور الشمس بنسبة أكبر ممّا يشتّت الأحمر.

دراسة ظواهر الكسوف والخسوف

سحرت ظواهر الكسوف والخسوف البشر طوال آلاف السنين. وقد اعتقد قدامى الصينيين أنّ الكسوف يحدث عندما يحاول تتّين في السماء بلع الشمس. وقد توصّل الفلكيون المعاصرون إلى الكثير من الحقائق عبر دراستهم هذه الظواهر. فقد رصدوا كسوفات الشمس لتحديد المواقع النسبيّة الدقيقة للأرض والشمس والقمر. وفي سنة ١٩٣٩، لاحظ الفلكيون أنّ سطح القمر يبرد بسرعة كبيرة خلال الخسوف. ولذلك، فقد تقدّموا بنظرية تقول إنّ هنالك طبقة من الغبار الناعم تغطّي سطح القمر. وقد أثبتت المسابير التي أرسلت إلى القمر في الستينات صحّة هذه النظرية. ورصد الفلكيون الكسوفات والخسوفات أيضاً لدراسة آيّة تغيّرات محتملة في قوة جاذبيّة الشمس وحجمها.

ويُعتبر كسوف الشمس الكليّ الوقت الأفضل لقياس هالة الشمس والقيام بأنواع معيّنة من الدراسات الأخرى. ونظّر الفيزيائيّ الشهير

ألبرت أينشتاين أنّ الضوء القادم من النجوم ينحرف قليلاً عن مساره المستقيم وينحني عند مروره بالشمس. ويحجب نور الشمس الساطع عادة ضوء النجوم عند مروره قرب الشمس. ولكن، يمكن تصوير ضوء النجوم خلال كسوف الشمس الكليّ. وقد أثبتت الصور التي التقطت أثناء خسوف القمر سنة ١٩١٩، النظرية التي جاء بها أينشتاين.

ويدرس الفلكيون أيضاً الإحتجابات التي تشهدها الأجرام السماوية غير الأرض والقمر. وقد نجحوا في تحديد حجم النجوم البعيدة وشكلها، برصد النجوم الثنائية الإحتجاجية. وفي سنة ١٦٧٥، حسب الفلكي الدانماركيّ أولاولس رومر السرعة التقريبيّة للضوء بدراسة احتجابات أقمار المشتري.

دائرة البروج

هي الدائرة الظاهريّة لمسار الشمس السنويّ في الكرة السماوية كما تبدو من الأرض. ولا تحصل الخسوفات والكسوفات إلّا عندما يكون القمر في هذا المسار أو قربه. يقطع مستوى هذا المسار خطّ الإستواء السماويّ (إسقاط خطّ استواء الأرض على الكرة السماوية) بزاوية ٢٣° ٢٧' تقريباً. تعرّف هذه الزاوية بميل دائرة البروج وتبقى شبه ثابتة على مدى ملايين السنين، غير أنّها تتضاءل في الوقت الحاليّ بمعدّل ٤٨ ثانية من القوس في كلّ قرن وسوف تستمرّ في التضاؤل عدّة آلاف من

السنين الآتية حتى تبلغ ٢٢° ٥٤' ثم تعود وتزيد مجدّداً.

تعرف النقطتان اللتان تقطع عندهما دائرة البروج خطّ الإستواء السماويّ بنقطتي التقاطع أو الاعتدال. تصل الشمس إلى نقطة الاعتدال الربيعي في ٢١ آذار تقريباً وعند نقطة الاعتدال الخريفي في ٢٣ أيلول تقريباً. في منتصف المسافة بين نقطتي الاعتدال على دائرة البروج، يحدث الانقلابان الصيفيّ والشتائيّ. تصل الشمس إلى هاتين النقطتين قرابة ٢١ حزيران و٢٢ كانون الأول على التوالي. تطابق أسماء النقاط الأربع بداية الفصول في نصف الكرة الشماليّ في التواريخ المذكورة. لا يحدث الاعتدالان كلّ سنة في النقطتين نفسهما من دائرة البروج إذ ان مستوى دائرة البروج ومستوى خطّ الإستواء يدوران في اتجاهين متعاكسين. يقوم المستويان بدورة كاملة الواحد بالنسبة إلى الآخر مرّة واحدة كلّ ٢٥,٨٦٨ سنة. يعرف تحرك الاعتدالين على طول دائرة البروج بمبادرة الاعتدالين أو تقدّمهما. يجب إدخال تعديل للمبادرة على الخرائط السماوية لإيجاد موقع النجوم الصحيح في أي من الأوقات.

تستعمل أيضاً دائرة البروج في علم الفلك بمثابة الدائرة الأساسيّة لنظام من الإحداثيات يعرف بنظام دائرة البروج. تقاس خطوط العرض السماوية شمال دائرة البروج وجنوبها؛ وتقاس خطوط الطول السماوية شرق الاعتدال الربيعيّ وغربه.

في علم التنجيم، تقسم دائرة البروج إلى ١٢ قوساً، كل واحد من ٣٠°، تعرّف بالأبراج أو

البروج. ويطلق على هذه البروج، أو «المنازل الفلكيّة» أسماء الكوكبات التي تمرّ فيها دائرة البروج.

الطفاوة، الهالة

الطفاوة هي الطبقة الخارجية من جوّ الشمس. ولا تكون طفاوة الشمس مرئيّة بالعين المجردة إلّا خلال الكسوف الكليّ، حيث يحجب القمر باقي قرص الشمس. وتظهر الطفاوة، عند ذلك، كهالة من نور غير متّسقة الشكل.

تتألف طفاوة الشمس بشكل رئيسيّ من الإلكترونات وأيونات الهيدروجين وأيونات عناصر ثقيلة أكثر، خسرت الكثير من إلكتروناتها. وتنتج هذه الذرّات المتأينة، إلى حدّ بعيد، عن درجة حرارة الطفاوة الشديدة المرتفع التي تُقدّر بحوالى ٢,٢٠٠,٠٠٠° مئوية. وتتميّز طفاوة الشمس بكثافة منخفضة جداً؛ ففي المكان الأشدّ كثافة منها، قرب سطح الشمس، لا تتجاوز كثافة الطفاوة حوالى البليون جسيم في السنتيمتر المكعب. وتتنخفض الكثافة بسرعة مع الإبتعاد عن سطح الشمس (باتجاه الخارج).

تتمدّد طفاوة الشمس في الفضاء باستمرار، مشكّلة الريح الشمسيّة. ويمتدّ هذا المجرى من الجسيمات المشحونة إلى مدار الأرض ويتجاوزّه. ويعتقد الفلكيون أنّ الريح الشمسيّة تنبثق بشكل أساسيّ من الثقوب الطفاوية، وهي مناطق في طفاوة الشمس تشهد درجات حرارة وكثافة منخفضة نسبياً. وتظهر هذه الثقوب خصوصاً له أيضاً طفاوات.

كسوف الشمس في ١٦ شباط ١٩٨٠، كما شوهد من أفريقيا وتظهر بوضوح الطفاوة (الهالة)

حول قطبي الشمس، لكنّها تظهر أحياناً في المناطق القريبة من خطّ الإستواء الشمسيّ.

لطفاوة الشمس شكلٌ غير متّسق على الإطلاق. وتتمدّد أشربة من غاز الطفاوة تُعرف بالحُصُل القطبيّة من قطبي الشمس إلى الخارج. وتُطلق من الأماكن الأقرب إلى خطّ استواء الشمس، حزمٌ غازيّة طويلة تُعرف بالأشربة الطفاوية. ويتّجه الغاز وفق حقل الشمس المغنطيسيّ، ما يجعل الطفاوة تتخذ أشكالاً مختلفة تتبع تغيّرات الحقل.

في الفترات بين الكسوفات، يعتمد الفلكيون على أجهزة خاصّة لمراقبة طفاوة الشمس تسمح بدراسة الطفاوة بشكل محدود. ويتمكّنون من مراقبة الطفاوة الداخليّة بواسطة الأجهزة القائمة على بعض الجبال. وفي السبعينات وأوائل الثمانينات، أطلقت الولايات المتحدة مركبات فضائيةّ مجهزةً بأجهزة لمراقبة طفاوة الشمس زوّدت العلماء مشاهداتٍ للطفاوة الخارجيّة. وأظهرت المعطيات التي جمعتها المحطة الفضائية سكايلاپ أنّ طفاوة الشمس هي أكثر نشاطاً ممّا كان يُعتقد في السابق. ويحدث الكثير من الانفجارات العنيفة في الطفاوة خلال مراحل النشاط الأقصى من دورة البقع الشمسيّة. وقد أُخذت المعطيات التي جمعها القمر الصناعيّ «الرحلة الشمسيّة القصوى»، هذه العلاقة. وقد أظهرت أيضاً تلسكوبات الأشعّة السينيّة على متن الأقمار الصناعية التي تدور في مدار الأرض طفاوة الشمس. وقد يَبْنَت المشاهدات بالأشعّة السينيّة من أقمار صناعيّة أخرى أنّ معظم النجوم له أيضاً طفاوات.

القمر

تدور حول الكواكب أجرام سماوية صغيرة، لا تطلق أي ضوء أو حرارة، تدعى الأقمار. «القمر» الذي نعرفه هو قمر الأرض الوحيد وهو يدور معها حول الشمس. حصل أول هبوط على سطح القمر في ٢١ تموز ١٩٦٩: اكتشف رائدا الفضاء الأميركيان ارمسترونج والدرين أن القمر خالٍ من الحياة والماء والجو.



أوجه القمر

يظهر الرسم البياني أوجه القمر المختلفة التي يتخذها في دورانه حول الأرض. يمكن مشاهدة وضع القمر الحقيقي في القسم الداخلي من الرسم، فيما يظهر القسم الخارجي ما نراه من القمر بالعين المجردة. يدور القمر الجهة نفسها دائماً في اتجاه الأرض، وذلك لأن مدة دورانه حول محوره ومدة دورانه حول الأرض متعادلتان (حوالي ٢٩ يوماً ونصف يوم).

الربع الأخير



القمر في النقص



وضع القمر الحقيقي

القمر في التعاضد



الربع الأول



مذنب هالي

الطاقة التي تمتصها من الشمس، ما يجعلها تلمع.

التركيب

يدرس الفلكيون تركيب المذنبات بتحليل الضوء الذي ترسله، وتجمع التلسكوبات هذا الضوء. ويقوم بعض التلسكوبات على الأرض، فيما يوجد بعضها الآخر على متن مركبات فضائية. وقد حصل العلماء على معلومات كثيرة حول تركيب المذنبات عن طريق دراسة مذنب هالي سنة ١٩٨٦. وفي تلك السنة، قطع المذنب مدار الأرض، فطارت خمس مركبات فضائية قرب المذنب، وجمعت المعلومات حول مظهره وتركيبه الكيميائي. يحتوي مذنب هالي على كميات متساوية تقريباً من الجليد والغبار. ويشكل جليد الماء حوالي ٨٠٪ من كتلة الجليد الإجمالية، فيما يشكل جليد أول أكسيد الكربون حوالي ١٥٪ منها. ويتألف معظم الكمية الباقية من جليد ثاني أكسيد الكربون والميثان والنشادر. ويعتقد العلماء أن المذنبات الأخرى مشابهة كيميائياً لمذنب هالي.

المدارات

يصنّف الفلكيون المذنبات كمذنبات ذات دورة قصيرة ومذنبات ذات دورة

طويلة، وفقاً للمدة التي تحتاجها هذه الأجرام لإتمام دورة حول الشمس. تحتاج المذنبات ذات الدورة القصيرة إلى أقل من ٢٠٠ سنة للدوران حول الشمس؛ فيما تحتاج المذنبات ذات الدورة الطويلة إلى ٢٠٠ سنة أو أكثر. يسير معظم المذنبات المعروفة في مدارات مستطيلة حول الشمس. وتقطع هذه المدارات المدارات شبه الدائرية التي تسير فيها الكواكب. ونتيجة لذلك، تصطدم المذنبات أحياناً بالكواكب وأقمارها. ففي تموز ١٩٩٤، مثلاً، اصطدم مذنب يدعى «شوماكر - لوي ٩» بكوكب المشتري. وقد سبب مثل هذه التصادمات الكثير من الحفر المنتشرة على سطح الكواكب الخارجية وعلى بعض الكواكب الداخلية وعلى قمر الأرض.

الأصل والتطور

يعتقد العلماء أن المذنبات تكونت عند تكون الكواكب، أي منذ حوالي ٤,٦ بلايين سنة. وقد تكونت الكواكب من مجموعة من الغازات والجليد والصخور والغبار. وأصبح قسم كبير من الجليد والغبار جزءاً من الكواكب الخارجية العملاقة - المشتري وزحل وأورانوس ونبتون. وشكلت القطع المتبقية المؤلفة من الجليد والغبار، المذنبات كما نعرفها.

تفقد المذنبات كمية معينة من الجليد والغبار، في كل مرة تعود فيها إلى الجزء الداخلي من النظام الشمسي. ويفقد بعض المذنبات في النهاية جليده كله، فتفتت لتشكيل سحب من الغبار أو تتحول إلى أجرام شبيهة بالكويكبات. ويدخل بعض جسيمات الغبار هذه في جو الأرض، فيتوهج كشهب بسبب احتكاكه بالجو.

اتجاه الأذنان

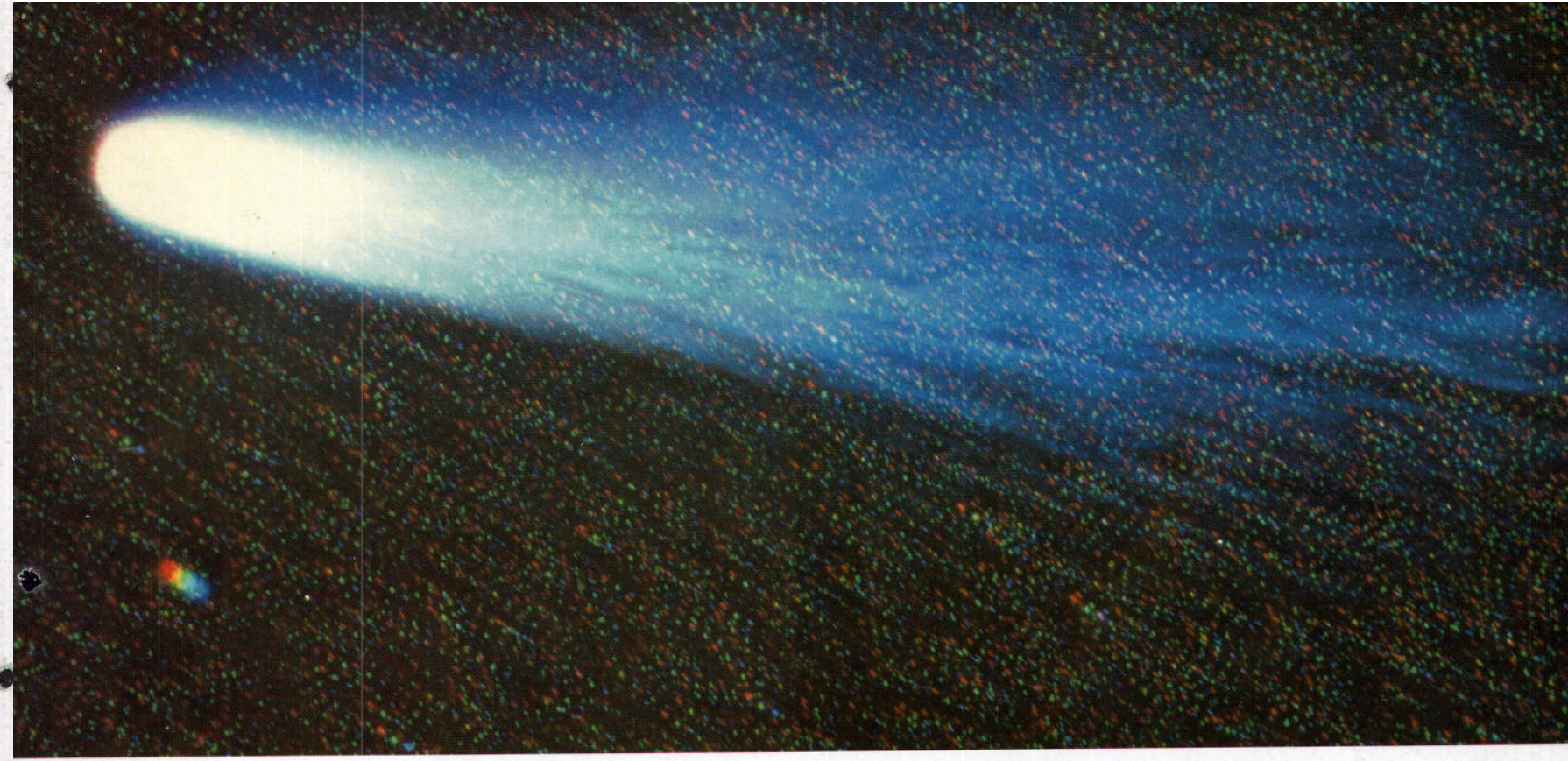
تجري جسيمات الغبار التي تطلقها

المذنب

المذنب جرم جليدي يدور عادة حول الشمس في مدار بيضوي طويل. ويتألف المذنب من نواة صلبة وجو ضبابي يُعرف بالذؤابة وذنب أو ذنين. وتكون النواة شبيهة بكرة ثلجية قذرة، وهي مكونة من أنواع مختلفة من الجليد، ومن جسيمات من الغبار الصخري ملتصقة في الجليد. عندما يقترب المذنب من الشمس، تتبخر كمية من الجليد السطحي، وتطير الغازات والجسيمات الناتجة عن تبخر الجليد بعيداً عن الشمس، فتخلق الذؤابة والذنب. ووفقاً لما إذا كانت النواة تحتوي على كمية كبيرة من الغبار، يمكن أن يخرج من المذنب ذنب من الغبار أو ذنب غازي أو الإثنين معاً.

ويحمل معظم المذنبات نواة بقطر ١٦ كيلومتراً تقريباً. ويصل قطر ذؤابة بعض المذنبات إلى ١,٦ مليون كيلومتر. ويمتد بعض الأذنان إلى مسافة ١٦٠ مليون كيلومتر.

لا يرى معظم المذنبات إلا بالتلسكوب. ويمكن أن يُرى بعضها بالعين المجردة، ولكن فقط خلال الأسابيع التي تمر فيها قرب الأرض. ويمكننا أن نرى المذنبات لأن الغبار في ذؤابتها وذنبها يعكس ضوء الشمس، إضافة إلى أن غازاتها تطلق



القمر

يشكّل القمر (قمر الأرض الطبيعي) أبرز معلم في سماء الليل. ونظراً إلى قرب القمر من الأرض، فهو يلي الشمس مباشرة من حيث الحجم والسطوع الظاهرين. ولكن، من الناحية الفلكية، يُعتبر القمر جرمًا صغيراً عادياً وغير هام. وليس ضوء القمر سوى انعكاس لأشعة الشمس. يدور ٥٧ قمراً آخر على الأقل حول الكواكب الأخرى في النظام الشمسي؛ وهناك عدد منها أكبر حجماً من قمر الأرض. إلا أنّ قمراً واحداً فقط منها هو أكبر من قمر الأرض، نسبة إلى حجم الكوكب الذي يدور حوله. يصل حجم شارون، قمر بلوتون، إلى نصف حجم الكوكب قترنيا؛ ويصل حجم قمر الأرض إلى ربع حجم كوكبنا تقريباً. إن هذا الحجم النسبي الكبير يجعل القمر يؤثر إلى حد بعيد في الأرض. ويظهر تأثير القمر خصوصاً في حركة المدّ والجزر التي تنتج عن قوة جذب القمر.

رصد القمر من الأرض

علم الفلك والدين وضبط الوقت كانت أموراً مترابطة تريباط وثيقاً في الماضي. وقد سجل الكهّان أو المنجمون تغيّر أوجه القمر. وحاول بعض الديانات التوفيق بين التقويم القمريّ والتقويم الشمسيّ لكي تأتي الشهور دائماً في الفصل نفسه.

بدأت دراسة جغرافيا القمر مع اختراع التلسكوب. وقد رصد جاليليو القمر عبر التلسكوب في العام ١٦٠٩. ووضع الفلكيون، في وقت لاحق، خرائط لتضاريس القمر. واكتشفوا جبلاً وسهولاً وبعض الحفر الكبيرة وودياناً طويلة على سطحه. وظنّ الفلكيون الذين جاؤوا بعد جاليليو أنّ السهول على سطح القمر مغطّاة بالمياه، فأطلقوا عليها اسم بحار Maria. ولا يزال هذا الاسم مستعملاً إلى اليوم، على رغم أنّه أصبح معروفاً أنّ لا وجود للماء على سطح القمر.

في القرن العشرين، ربّك الفلكيون آلات تصوير على التلسكوبات، والتقطوا صوراً للقمر. وكثيراً ما جمعت هذه الصور لتشكيل خرائط له. ولكن غالباً ما تكون هذه الخرائط الفوتوغرافية، على رغم صحتها ودقتها، صعبة التفسير والتحليل لأنّ سطح القمر يشهد ظلالاً داكنة وحادة بسبب انعدام الهواء عليه. ويؤدي تغيّر طول هذه الظلال إلى تغيّر كبير في مظهر تضاريس القمر.

دراسة القمر من الأرض

لم يكتف الفضول العلمي بالمعلومات التي يمكن الحصول عليها عن طريق النظر إلى القمر. وقد وفّرت الحسابات المستندة على الأحداث الطبيعية بعض المعلومات الإضافية. كما استعملت حركة المدّ والجزر على الأرض لحساب جاذبية القمر وكتلته. وتُدرس جانبية القمر أثناء كسوفات الشمس. وتساعد أطوال الظلال القمرية في قياس ارتفاع الجبال على القمر. ويعتبر المطياف أداة هامة جداً لدراسة القمر، وهو يقسم الضوء إلى الأطوال الموجية المنفردة التي تولّفه والتي تُعرف بالطيف. ويبيّن الطيف ماهية العناصر الموجودة في مصدر الضوء. وبما أنّ القمر يعكس نور الشمس، فإنّ طيفه يشمل الأطوال الموجية الموجودة في الطيف الشمسيّ. وتعود أي اختلافات قد تظهر في الطيف إلى الأوضاع على سطح القمر. واستناداً إلى هذه الاختلافات، تمكّن العلماء من التعرف إلى بعض العناصر الموجودة على سطح القمر.

دراسة القمر بالمركبات الفضائية غير الأهلة

في ستينيات القرن العشرين، بدأت المركبات

الفضائية بتزويد العلماء معطيات جديدة حول القمر.

فإنّ المركبات التي موّت قربه أو ارتطمت به أو دارت في مداره، قد أرسلت إلى الأرض صوراً مأخوذة عن قرب لسطحه. وقد كشفت هذه الصور أنّ الجهة البعيدة، بخلاف الجهة المريّية من الأرض، لا تحتوي سوى على بضعة «بحار» فقط.

وشهدت المركبات الفضائية التي دارت في مدار القمر تغيّراً ضئيلاً، ولكن غير متوقّع في سرعتها. فقد ازدادت سرعة المركبة فوق «بحار» القمر. واستنتج العلماء من ذلك أنّ الزيادة في السرعة ناتجة عن قوة الجاذبية. وهذا يعني أنّ المادة تحت «البحار» أشدّ كثافة، أو أكثر تركيزاً، من المادة الموجودة تحت أجزاء أخرى من سطح القمر. وتحدث هذه التركيزات الكتليّة، التي أطلق عليها اسم ماسكونات Mascons، تحت خمسة «بحار»، على الأقلّ، من بحار القمر الدائرية. وعندما يتمكّن العلماء من تفسير بنية ومنشأ هذه التركيزات، قد يحصلون أيضاً على معلومات قيّمة حول أصل «البحار».

الرحلات الفضائية المأهولة ودراسة القمر

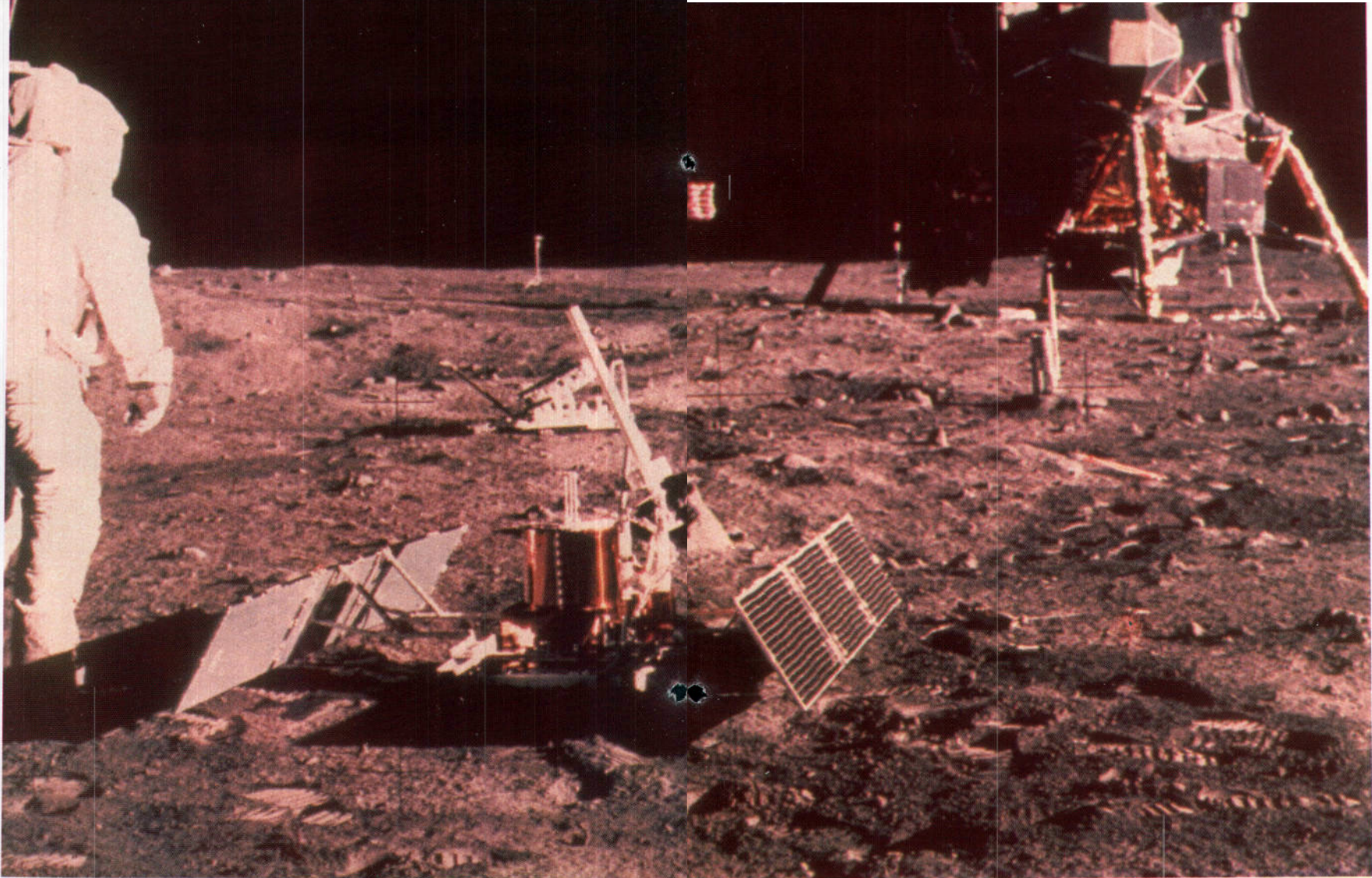
في ٢٠ تمّوز العام ١٩٦٩، خطّ رائدا الفضاء الأميركيان نيل أ. أرمسترونج وإدوين إ. ألدرين جونيور، من الرحلة الفضائية أبولو ١١، في بحر السكون. وكانا أوّل إنسانين يندوسان سطح القمر. وضع رائدا الفضاء أجهزة ومعدّات اختبارية على سطح القمر، وعادا إلى الأرض بـ ٢١,٥ كيلوغراماً من عتبات الصخور والتربة. وفي ١٩ تشرين الثاني العام ١٩٦٩، أنزلت أبولو ١٢ للمرة الثانية بشراً على سطح القمر، وذلك في محيط العواصف Oceanus Procellarum. وأجرى أيضاً رّواد الفضاء على متن أبولو ١٢ اختبارات على سطح القمر، وعادوا بعثّات من الصخور والتربة.

واشتملت الأجهزة التي استعملت في اختبارات أبولو ١١ على عاكس لأشعة الليزر ومقياس زلازل ومكشاف لجسيمات الرياح الشمسية. وقد وجهت عدّة مختبرات على الأرض أشعة ليزر على العاكس لتحديد المسافة التي تفصل بين الأرض والقمر. ووجد العلماء أنّ القياسات السابقة لم تفرق بأكثر من ٤٥٠ سنتيمتراً تقريباً عن القياس بأشعة الليزر. وسجل مقياس الزلازل عدّة اهتزازات، فترها العلماء كزلازل قمرية أو انهيارات أو صدمات ناتجة عن ارتطام نيازك بسطح القمر. وقد وُضع مكشاف جسيمات الرياح الشمسية على سطح القمر بحيث يكون مواجهاً للشمس. أعيد المكشاف إلى الأرض، وجرى تحليل النتائج التي سجلها، بحثاً عن الغازات النادرة. وقد أظهرت النتائج أنّ المكشاف احتجز غازات الهيليوم والنيون والأرجون بكميّات متوافقة مع نسبة تواجدها في الشمس، وليس مع نسبة تواجدها على الأرض.

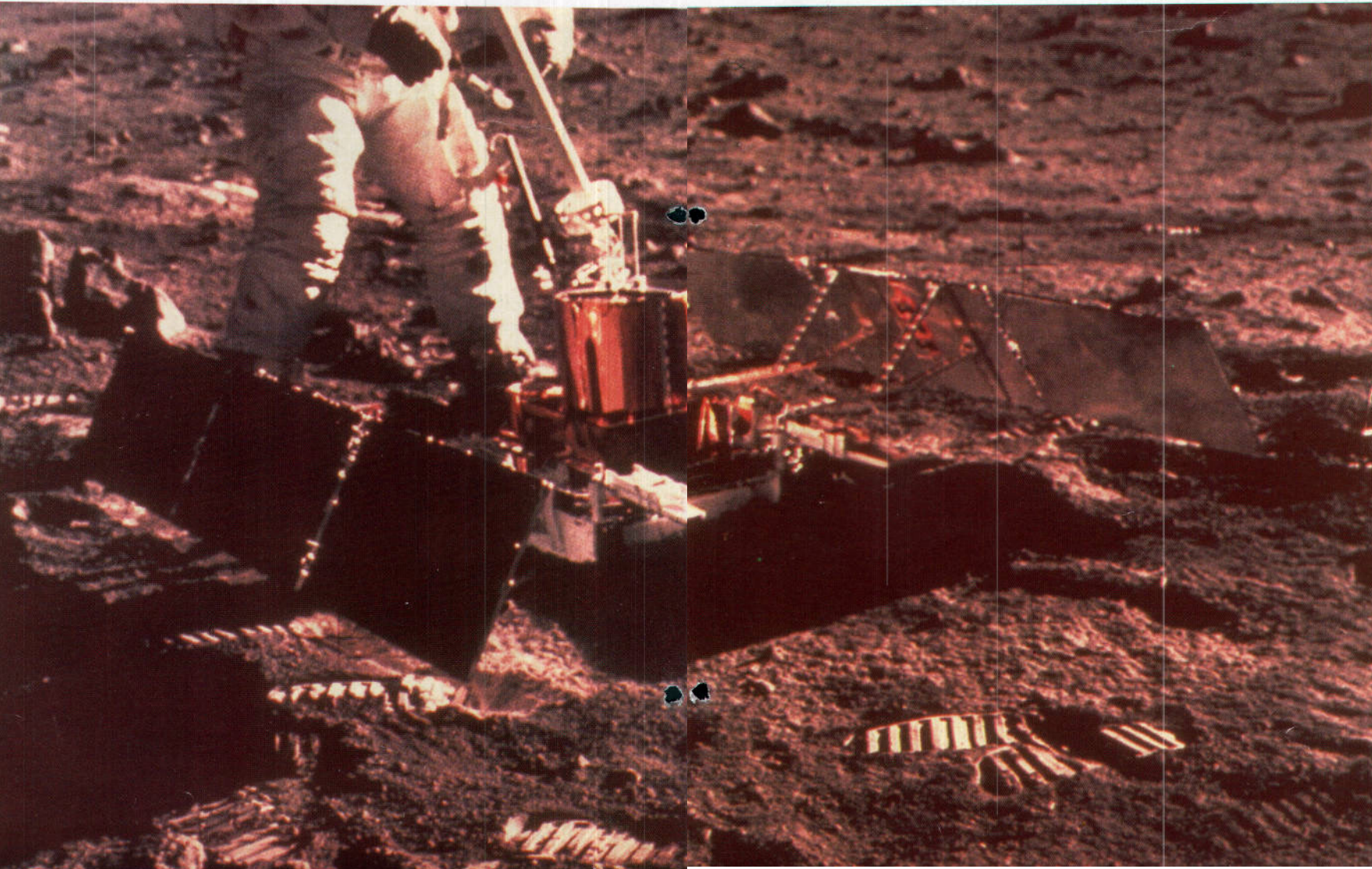
واستُخدم في تجارب أبولو ١٢ مطياف للرياح الشمسية ومقياس للمغناطيسية. وسجل مقياس المغناطيسية حقلاً مغناطيسياً أقوى بعشرة أضعاف ممّا توقّعه العلماء. وقد حقّق اكتشاف مفاجيء آخر، عندما قام رّواد أبولو ١٢ بصدم جزء من المركبة القمرية بسطح القمر للسماح لقياس الزلازل بتسجيل اهتزاز من صدمة ذات قوة وكتلة معروفين. وقد اهتزّ القمر بعد ذلك لقرابة ساعة من الوقت.

صخور قمرية على الأرض

وجد العلماء أنّ حوالي نصف عتبات الصخور التي عادت بها أبولو ١١ إلى الأرض قد تكوّنت منذ ٣,٥ بلايين سنة، بنتيجة حدث صهر المواد التي



خطّ رائد الفضاء الأوّل، نيل أرمسترونج على سطح القمر في المركبة القمرية «النسر»



كانت تحتويها، وأعاد تشكيلها كصخور بركانية. أمّا عتبات الصخور الأخرى فهي من البريشة Breccia (كتل قاسية شبيهة بالأسمنت مؤلفة من شظايا صخرية مختلفة الأحجام). ويعود عمر البريشة والتربة السطحية إلى ٤,٥ بلايين سنة خلت. وتشير حادثة تكوين الصخور البركانية إلى أنّ نشاطاً جيولوجياً هاماً قد حدث على القمر.

وتبيّن أنّ الصخور التي حصلت عليها رحلة أبولو ١٢ من محيط العواصف، هي أحدث تكويناً من العتبات التي أخذتها أبولو ١١. وقد تبيّن معظم عتبات أبولو ١٢ من الصخر المصهور. وتختلف هذه الصخور البركانية البلورية اختلافاً كبيراً من حيث البنية والتركيب الكيميائي. أمّا عتبات التربة والبريشة التي أحضرتها أبولو ١٢، فهي متجانسة من حيث التركيب، وأقدم بليون سنة تقريباً من الصخور البلورية.

مدار القمر

لا يتبع القمر دائرة تامة في دورانه حول الأرض. ويشكّل مداره إهليلجاً يقترب أحد طرفيه إلى الأرض أكثر من الآخر. وفي نقطة تُعرف بنقطة الحضيض، أو الحضيض القمري، حيث يكون القمر في أقرب نقطة من مداره إلى الأرض، تكون المسافة الفاصلة بين القمر ومركز الأرض حوالي ٣٥٥,٢٠٠ كيلومتر. وعندما يبلغ القمر النقطة المقابلة للحضيض، التي تُعرف بنقطة الأوج (أبعد نقطة في مدار القمر عن الأرض)، يكون على بُعد حوالي ٤٠٤,٨٠٠ كيلومتر من الأرض. ويتغيّر بُعد نقطة الحضيض ونقطة الأوج بين شهر وآخر.

لا يتراصف مدار القمر مع خطّ الأرض الاستوائي، ولا يتراصف أيضاً مع مدار الأرض حول الشمس (دائرة البروج، الدائرة الظاهرية لمسار الشمس بين البروج). إلاّ أنّه أقرب إلى دائرة البروج، التي يقطع مستواها بزاوية ٥° تقريباً. وتُعرف النقطتان اللتان يقطع عندهما القمر كلّ شهر مستوى دائرة البروج بعقدتي القمر.

ويُسمّ مسار القمر ببعض التعقيد. فإنّ مستوى مداره يتراوح بصورة مستمرة، كما تتراوح قطعة نقدية تدور بسرعة قبل أن تتوقّف عن الحركة بقليل. ففي فصل معيّن، مثلاً، تتجه جهة المدار التي تقع فوق (أو شمال) دائرة البروج بعيداً عن الشمس في بعض الأحيان، وباتجاه الشمس في أحيان أخرى. ويحدث هذا الانتقال ببطء، إذ تدوم دورة التذبذب الكاملة ١٨,٦ سنة. وتُعرف الدورة أحياناً بتراجع العقدتين، حيث أنّ العقدتين تتحرّكان باستمرار باتجاه الغرب حول دائرة البروج.

ويميل مدار القمر أحياناً في اتجاه ميل الأرض على دائرة البروج. وبميل، في أحيان أخرى، في الاتجاه المعاكس. ونتيجة لذلك، يطوف القمر في بعض السنين في منطقة من السماء أقرب إلى الشمال، بينما يطوف في سنين أخرى في منطقة أقرب إلى الجنوب. ويحدّد أيضاً ميل مدار القمر وتراوحه مواعيد الحسوفات. ولا تحدث الحسوفات إلّا عندما يكون القمر متراصفاً مع الشمس والأرض، أو شبه متراصف معهما.

تغيّرات قمرية أخرى

هناك عدم انتظامات أخرى في حركة القمر ناتجة عن جاذبية الشمس والأرض. فعندما يكون القمر بين الشمس والأرض، تجذبه الشمس بعيداً عن الأرض. وعندما يكون القمر في الجهة البعيدة عن الأرض،

تجذبه الشمس باتجاه الأرض. وتُعرف هذه التأثيرات بالاضطراب أو التّرجاف.

يدير القمر دائماً الجهة عينها إلى الأرض. ولكي ينجح في ذلك، عليه أن يدور مرة واحدة حول محوره في كلّ دورة له حول الأرض. ولو لم يذو، لكان أظهر جهته الأخرى كلّما أُنجز نصف دورة حول الأرض. والواقع هو أنّنا نستطيع رؤية حوالي ٥٩٪ من القمر، أيّ أكثر من النصف بكثير؛ ويعود ذلك إلى ترجيحات وجه القمر، أي تمايله الخفيف إلى الأمام والوراء. ولا يعرف العلماء سبب دوران القمر مرة واحدة حول محوره في كل دورة له حول الأرض. إلّا أنّهم يظنون أنّ دوران القمر حول محوره قد تكيف رجا مع وجود قوة مثل قوة جذب الأرض. وقد تقسّر أيضاً هذه النظريّة لماذا ينتفخ قطر القمر بما يُقدّر بحوالي نصف كيلومتر في اتجاه الأرض.

الجدول الزمني للقمر

يحتاج القمر إلى حوالي ٢٧ يوماً وثلاث يوم لاجتاز دورة كاملة حول الأرض. وتُعرف هذه المدّة بالشهر النجمي. ولكنّ الهلال، أو المحاق، لا يظهر إلّا كل ٢٩ يوماً ونصف اليوم تقريباً، عندما يبدو القمر في أقرب نقطة له إلى الشمس. وتُعرف هذه المدّة بالشهر الإقتراني أو القمريّ. ويكون هذا الشهر أطول من الشهر النجمي لأنّ الأرض أيضاً تكون قد سارت مسافة معيّنة حول الشمس. وبالتالي فإنّ المواقع النسبية للقمر والأرض والشمس تتغيّر، ويحتاج القمر لقطع مسافة أكبر ليصبح هلالاً.

ويتغيّر أيضاً الجدول الزمنيّ اليوميّ للقمر. فالقمر يرتفع في السماء متأخراً ٥٠ دقيقة كل ليلة. ولو كان ثابتاً في السماء مثل الشمس والنجوم، لبدا جدولُه الزمنيّ أكثر انتظاماً.

وبعد انقضاء يوم كامل، أو ٢٤ ساعة، تُعيد الأرض الدائرة حول محورها، المراقب إلى الموضع عينه.

يتقدّم الموضع النسبيّ لأنّ القمر يغطّي في يوم واحد حوالي ١/٢٧ من مساره الشهريّ حول الأرض.

ويفسّر ميل الأرض على محورها لماذا تبدو الشمس عالية جداً في السماء خلال الصيف، ومنخفضة في الشتاء. وليل الأرض التأثير نفسه في ارتفاع القمر في السماء، إذ أنّ مستوى مداره يكاد يتراصف تماماً مع الشمس. ويُسبّب أيضاً الدوران الشهريّ للقمر حول الأرض تغيّرات في علوّ القمر الظاهريّ.

حجم القمر

يمكن تصوّر حجم القمر بمقارنته مع حجم الأرض. ويبلغ قطر الأرض عند خط الاستواء حوالي ١٢,٨٠٠ كيلومتر، فيما يساوي قطر القمر حوالي ٣٤٥٦ كيلومتراً. ولكن كيف نستطيع مقارنة حجم القمر بحجم الشمس؟ خذ قلم رصاص مبرّداً جيّداً وارسم نقطة على ورقة، فتحصل على تمثيل للقمر. ولإظهار حجم الشمس النسبيّ، عليك رسم دائرة بقطر يتراوح بين ٢٠ و٢٥ سنتيمتراً، إذ أنّ قطر الشمس يبلغ حوالي ١,٣٨٤,٠٠٠ كيلومتر.

يبلغ متوسطّ بُعد القمر عن الأرض ما يقارب ٤٠٠,٠٠٠ كيلومتر. وقد تبدو هذه المسافة كبيرة جداً مقارنةً بالمسافات على الأرض، لكنّ الفلكيين يعتبرونها قصيرة جداً. فالمسافة التي تفصل القمر أو الأرض عن الشمس تبلغ حوالي ١٥٠ مليون كيلومتر، ويُعتقد أنّ بعض النجوم يقع على مسافة بلايين السنوات الضوئية من الأرض.

أوجه القمر

لا يُولد القمر ضوءاً بنفسه. وفي ما عدا المناسبات النادرة حيث يحجب ظل الأرض القمر، فإنه يبقى معروضاً دائماً لأشعة الشمس المباشرة. وبالتالي، فإنَّ نصفه يبقى دائماً مضاءً ومتألّقاً. ولا يمكن رؤية الجهة المضائة بأكملها من الأرض، إلّا عندما يكون القمر مقابلاً للشمس نسبة إلى الأرض. وعندما يكون القمر في اتجاه الشمس، لا يمكن رؤية أيّ جزء مضاء منه على الإطلاق. وبين هذين الموقعين المتطرفين، يمكن رؤية أجزاء فقط من الجهة النيرة. وتُعرف هذه المظاهر المتغيرة بأوجه القمر. وتُقسم أوجه القمر لتسهيل تمييزها إلى أربع مجموعات، أو أرباع. وتتميّز كلّ مجموعة بالخصائص التالية:

الهلال أو الخاق: يظهر الهلال فقط عندما يكون القمر في جهة الأرض الأكثر تراصفاً مع الشمس. ولا يضيء الهلال على الأرض، لذلك فإنه يُعرف أحياناً بالقمر المظلم أو الخاق. ولو كان بالامكان رؤية القمر في هذا الطور، لوجدناه عاليًا جدًّا في الصيف، ومنخفضاً جدًّا في الشتاء، فيما يبلغ ارتفاعاً متوسطًا في الربيع والخريف. وفي غضون بضعة أيّام بعد القمر المظلم، يصبح بالامكان رؤية هلال رفيع منخفض في سماء نصف الكرة الغربيّ، بعد غياب الشمس بقليل.

الربع الأول: يبدو نصف جهة القمر المواجهة للأرض مضاءً وساطعاً. ويطلع القمر في الربع الأول قرابة الظهر، ويبلغ أعلى نقطة له في اليوم عند مغيب الشمس، ثم يغرب قرابة منتصف الليل. ويكون القمر في الربع الأول منخفضاً في الخريف، وعاليًا في الربيع، وفي موقع متوسط في الصيف والشتاء.

البدر: تصبح جهة القمر المقابلة للأرض مضئية بكاملها. ويرتفع البدر في الشرق، مع غروب الشمس في الغرب. ويبقى في السماء طوال الليل فيبلغ أعلى نقطة له قرابة منتصف الليل. ويكون البدر في الصيف منخفضاً كشمس الظهيرة في وسط الشتاء. ويكون علوّه الظاهريّ في الشتاء مشابهاً لعلوّ شمس الظهيرة في الصيف. ويتخذ مساراً متوسطًا في كلّ من الربيع والخريف.

إنّ البدر الأقرب إلى الاعتدال الخريفيّ، الذي يحدث قرابة ٢٣ أيلول (عندما تكون الأنهر والليالي متماثلة في الطول)، يطلع بأقلّ تأخير على الإطلاق. وينير هذا الهلال الحقول للحصّادين الذين يعملون حتى ساعة متأخرة من الليل، ويُعرف بقمر الحصاد. ويُعرف بدر الشهر التالي، الذي يطلع أيضاً باكراً، بقمر الصياد.

الربع الثالث أو الأخير: على غرار الربع الأول يظهر القمر في الربع الثالث مضئاً في نصف الجهة المواجهة للأرض. ويطلع القمر في الربع الثالث قرابة منتصف الليل، ويبلغ أقصى ارتفاع له عند الفجر، ويغرب قرابة الظهر. وفي الصباح، يكون هذا القمر في سماء نصف الكرة الغربيّ. ويكون قمر الربع الثالث عاليًا في السماء في الخريف، ومنخفضاً في الربيع، ويتبع مساراً متوسطاً في الصيف والشتاء. ثم يضيق الهلال الذي يتشكل بعد ذلك تدريجيًا، ويُعرف بالقمر المتناقص أو بالقمر القديم، مع اقترابه من وجه الخاق أو الهلال لانجاز الدورة.

ويمكن أحياناً رؤية قرص القمر مضاءً بشكل ضعيف بين قرني القمر المتعاطم أو المتناقص. ويسطع الهلال بسبب أشعة الشمس المباشرة، بينما يظهر باقي القرص بسبب ضوء الأرض. وضوء الأرض هو أشعة

الشمس التي تُعكس باتجاه القمر من المنطقة التي تكون في فترة النهار على الأرض. ويُعرف هذا المظهر شعبيّاً بـ «القمر القديم بين ذراعي القمر الجديد». ويظهر القمر بين البدر والربيعن ككرة مائلة إلى الجانب، ويُعرف عندئذٍ بالقمر المخدّب.

قرنا الهلال

ينتج دائماً قرنا الهلال بعيداً عن الشمس. تختل خطاً يصل طرفي الهلال، ثم تختل خطّاً عموديّاً يمزّ في وسط الهلال. ويشير هذا الخطّ تقريباً في اتجاه الشمس. وقرابة موعد الاعتدال الخريفيّ، يكون الهلال الجديد الرفيع، الذي يُرى بعد غروب الشمس قرب الأفق، مائلًا بحيث أنّ الخطّ الذي يصل طرفي القرنين يكون شبه متعامد مع خطّ الأفق. وفي الربيع، يكون الهلال الجديد أعلى في السماء وفوق مكان غروب الشمس تقريباً. ويكون الخطّ الوهمي الذي يصل القرنين شبه متواز مع الأفق. وفي مناسبات نادرة، عندما تحجب الغيوم الشمس لساعة أو ساعتين بعد شروقها، لكنّها تترك قطاعاً ضيقاً صافياً قرب الأفق، يمكن رؤية الهلال الجديد مع قرنيه إلى الأسفل. ويحدث الشيء نفسه للهلال القديم، إذا لحّبت الشمس لساعة أو ساعتين قبل الغروب.

جغرافيا القمر

إنّ المعالم السطحيّة التي تبدو كـ«رجل على القمر» هي في الحقيقة مجموعة من الحفر والقمم الجبلية والوديان العميقة الضيقة والسهول المستوية، أو «البحار». ويُعرف أكبر هذه «البحار» ببحر الأمطار Mare Imbrium، ويصل قطره إلى حوالي ١١٢٠ كيلومتراً.

ويوجد حوالي ٢٠ بحراً آخر هاماً على جهة القمر المواجهة للأرض. وتحمل هذه البحار أسماء، مثل بحر الهدوء Mare Serenitatis وبحر الأزمات Mare Crisium وبحر الغيوم Mare Nubium. وبرغم أنها تُشعَى سهولاً لكونها أكثر السطوح القمرية استواءً، فإنّها ليست مسطّحة تماماً، بل تمتدّ فيها سلاسل جبليّة، وتنتشر فوقها الحفر، وتقطعها أجزف وجدران صخرية.

وتقول إحدى النظريّات إنّ «البحار» تشكّلت بسبب اصطدامات نيزكيّة هائلة حدثت منذ بلايين السنين، عندما كان باطن القمر لا يزال حاراً. ويُعتقد أنّ اصطدام النيازك بسطح القمر قد ولّد حرارة مرتفعة جدًّا، وأذاب سطح القمر، وأطلق كمّية من الصخر المصهور من الداخل، فتشكّلت البحار من الحمم. وتؤكد نظرية حديثة أنّ اصطدام نيزك بالقمر يؤدّي على الأرجح إلى سحق الصخر عوضاً عن صهره. وقد زادت مسابير رانجر الثلاثة، التي أرسلتها الولايات المتحدة لتصوير القمر في العامين ١٩٦٤ و١٩٦٥، من تخمينات العلماء حول ما إذا كانت «بحار» القمر مكوّنة بشكل رئيسي من الرماد البركانيّ أو سيول الحمم أو الغبار أو من مادة غير معروفة.

تحيط بـ«البحار» جبال هائلة، أُطلقت عليها أسماء مثل الألب والبيرينيه والكاريات، نسبةً لسلاسل الجبال على الأرض. وأكثر السلاسل الجبلية ارتفاعاً على سطح القمر هي سلسلة ليبنيث Leibnitz، التي يبلغ ارتفاع أعلى قمة فيها ٩.٠٠٠ متر.

وتنتشر فوق سطح القمر عشرات آلاف الحفر، التي كثيراً ما تترّاكب، الواحدة منها فوق الأخرى. وقد تناقش العلماء طويلاً في موضوع أصلها وتكوينها. وتقول إحدى النظريات إنّ الحفر قد تكون فوهات براكين خمدت منذ بلايين السنين. إلّا أنّ



▲ سطح القمر: نلاحظ الفجوات التي أحدثها ارتطام النيازك

▼ القمر كما صوّرته المركبات الفضائية



النظرية التي يتوافق عليها اليوم معظم العلماء تؤكد أنّ الحفر قد نتجت عن وابل من الحجارة النيزكية، وعن النشاط البركانيّ على حدّ سواء.

ويحمل الكثير من حفر القمر أسماء فلكيين مشهورين، فنجد حفرة تيكو (نسبة إلى تيكو براهيه) وكوبرنيكوس وكبلر. ويحمل بعض الحفر الأخرى شعاعات، هي خطوط فاتحة اللون، تمتدّ من الحفر على نحو شعاعيّ مثل قضبان العجلة. ويمتدّ بعض هذه الشعاعات على أكثر من ١٦٠٠ كيلومتر. ولا يتجاوز عرض أيّ منها ١٩ متراً. في سنة ١٩٦٤، أرسل مسبار «النجّر ٧» أوّل صور قريبة لهذه الشعاعات. وقد تبيّن أنّها تتجمّعات من الحفر الصغيرة. ويعتقد معظم العلماء أنّها تشكّلت نتيجة وقوع الشظايا التي تطايرت بعد اصطدام الحجارة النيزكيّة بسطح القمر، وتشكيلها بذلك الحفر الكبيرة. ويتراوح قطر الحفر الكبيرة بين أقلّ من ١.٥ كيلومتر وما يقارب ٢٤٠ كيلومتراً. وعلى غرار «البحار»، تحيط بهذه الحفر جبال عالية.

هناك أكثر من ألف واد عميق – تُعرف بالزّيلات (جمع ريل وهو جرّ طويل كالوادي في سطح القمر) أو الشقوق – على سطح القمر. ويتراوح طول هذه الوديان بين ١٦ و٤٨٠٠ كيلومتراً، ولا يتجاوز عرضها المترين، فيما يبقى عمقها غير معروف. ويعتقد العلماء أنّ الزّيلات هي شقوق أو صدوع في سطح القمر، تشكّلت على طول مناطق وهرن، نتجت عن شكل من أشكال الاحتراز والتمتدّد الداخليّين. وخلال حدوث كسوف شمسيّ، تشكّل أحياناً أشعة الشمس التي تلمع في الوديان على حافة قرص القمر، دائرة من النقاط اللامعة تُعرف بـ«خرزات بابلي» أو «عقد بابلي».

هل للقمر جوّ؟

اعتقد العلماء لسنين طويلة أنّ لا أثر لأيّ غاز أو جوّ على القمر. ولكنّ بعض الأدلة تشير اليوم إلى وجود جوّ، مع أنّه قد يكون قليل الكثافة بحيث لا يمكن قياسه. خلال أحد احتجابات سديم السرطان، اكتشف فلكيون، يستخدمون تلسكوباً لاسلكيّاً في جامعة كمبريدج، حدوث انحناء ضئيل في أشعة السديم. وقد يكون هذا الانحراف ناتجاً عن وجود جوّ رقيق حول القمر.

في سنة ١٩٥٦، سجّل فلكيون وجود ما بدا وكأنّه سحابة فوق الحفرة ألفونسوس. وفي سنة ١٩٥٨، أعلن الفلكيّ السوفيّاتيّ نيكولاي أ. كوزيريف عن حدوث ثوران ظاهريّ من الحفرة. وأخذ صوراً طيفيّة أظهرت وجود غازات قليلة الكثافة. وقد أحييت اكتشافات كوزيريف المناقشات والمجادلات بين مؤيدي نظرية الأصل البركانيّ للحفر القمرية ومؤيدي نظرية الأصل النيزكيّ. واعتبر الكثير من العلماء أنّ كوزيريف لم ير ثوراناً بركانيّاً حقيقيّاً، بل نفخة من الغاز والغبار من تحت السطح، ناتجة ربما عن الحرارة المرتفعة. ولبعض الحفر الصغيرة، ضمن حفرة ألفونسوس الكبيرة، «هالات سوداء» يُعتقد أنّها تراكمت من المواة التي ملأت الزّيلات التي تقع على طولها.

يدعم معظم الأدلّة العلميّة النظرية القائلة إنّ القمر بارد وصلب تحت السطح. ولا ينتفخ قطره، الموجّه باتجاه الأرض، إلّا بقدر ضئيل جدًّا. ولو كان باطن القمر لم يزل حاراً ومنصهرًا، لكانت الجاذبيّة أثّرت على الأرجح تأثيراً أكبر في قطره.

يمتصّ سطح القمر الحرارة عندما يواجه الشمس. وفي هذه الفترات، تصل أحياناً درجة الحرارة

السطحيّة إلى ٨٠° مئوية. وعندما تُحجب أشعة الشمس بسبب دوران القمر حول محوره، تهبط درجات حرارة السطح إلى ٩٠° مئوية تحت الصفر. وقد كشفت الأجهزة أنّ السطح يبرد بسرعة أكبر من الطبقة المُختنِطِحيّة. وتُعتبر هذه الظاهرة دليلاً على أنّ المادّة المكوّنة للسطح تختلف عن المادة الموجودة تحته.

الرحلات الفضائية إلى القمر

في بداية السنة الجيوفيزيائية الدولية سنة ١٩٥٧، كتّفت الولايات المتحدة والاتحاد السوفيّاتي السابق أبحاثهما لصنع مسبار قمريّ. وفي السنوات القليلة التي تلت، ازدادت معرفتنا بالقمر إلى حدّ بعيد.

في سنة ١٩٥٨، أرسلت الولايات المتحدة صاروخاً من طراز «بايونير ١» إلى ثلث المسافة بين الأرض والقمر. وفي سنة ١٩٥٩، مرّ المسبار السوفيّاتيّ «لونا ١» على بعد ٧٤٥٦ كيلومتراً من القمر، ودار في مدار حول الشمس. ومرّ أيضاً «بايونير ٤ و٥»، اللذان أُطلقا سبتيّ ١٩٥٩ و١٩٦٠، قرب القمر قبل أن يسيرا في مدار حول الشمس. وفي سنة ١٩٥٩، هبطت «لونا ١٢» متحقّمة على سطح القمر. وفي السنة نفسها، بثّت «لونا ٣» إلى الأرض أولى الصور للجهة البعيدة من القمر. وفي ٣١ تموز ١٩٦٤، أصبحت «رانجر ٧» أول مركبة فضائية أميركيّة تصوّر القمر. وقامت جميع المسابير الأولى إمّا بالمرور قرب القمر أو بالهبوط متحقّمة على سطحه.

وقد نجحت مركبات فضائية متقدّمة أكثر في الهبوط بهدوء على القمر، أو دارت في مدار حوله. وكان المسبار السوفيّاتي «لونا ٩» أوّل مسبار يحطّ على القمر سالماً، وقد نزل في محيط العواصف في ٣ شباط ١٩٦٦. وأُرسلت «لونا ٩» بضع صور فقط قبل أن تتوقّف بطّارتها عن العمل. وفي ٢ حزيران ١٩٦٦، هبط أيضاً المسبار الأميركيّ «سورفيور ١» في محيط العواصف. وأُرسل هذا المسبار أكثر من ١١,٠٠٠ صورة. وقد حملت المركبات من نوع «لونا» و«سورفيور» التي هبطت بعد ذلك على سطح القمر، آلات تصوير وأجهزة لدراسة سطح القمر.

وضعت مركبات سوفيّاتية أخرى من طراز «لونا» في مدار حول القمر، وأطلقت أيضاً الولايات المتحدة مركبات من طراز «لونا» أوربيتر» (المركبة المدارية القمرية) في مدار حول القمر. وخلال عاميّ ١٩٦٦ و١٩٦٧، قامت المركبات المدارية القمرية بمسح واسع لسطح القمر، بحثاً عن مناطق مناسبة لإنزال المركبات المأهولة من طراز «أبولو». وكانت «أبولو» أوّل مركبة مأهولة تدور حول القمر، وذلك في كانون الأوّل ١٩٦٨. وفي تموز ١٩٦٩، حملت «أبولو ١١» أوّل رجال إلى سطح القمر. قام رؤاد الفضاء الأميركيّون بخمس رحلات أخرى إلى القمر من عام ١٩٦٩ إلى عام ١٩٧٢. وقد التقطوا آلاف الصور، وجمعوا عدداً كبيراً من العيّات، وأجروا مجموعة واسعة ومتوّعة من التجارب، التي هدف الكثير منها إلى الحصول على معلومات أكبر حول بنية القمر الداخليّة. إنتهى البرنامج الأميركيّ لهبوط المركبات الأهلة على القمر بـ«أبولو ١٧» في كانون الأوّل ١٩٧٢. ومع أنّ الاتحاد السوفيّاتيّ السابق لم يُنزل قطّ مركبة أهلة على القمر، فقد وضع مركبات ذاتيّة الحركة على سطح القمر في العام ١٩٧٠، ثم مجدداً في العام ١٩٧٢. واستمرّ الاتحاد السوفيّاتي السابق بإطلاق المسابير القمرية غير الأهلة حتى العام ١٩٧٤.

منذ ملايين السنين، كان طول اليوم ١٨ ساعة

في دراسة نُشرت في عدد ٥ تموز ١٩٩٦ من مجلة ساينس Science، جاء أن طول اليوم منذ ٩٠٠ مليون سنة لم يتجاوز ١٨ ساعة. وقد كتب هذه الدراسة علماء بالكواكب وجيولوجيون من جامعة أريزونا في توسون، ودائرة المسح الجيولوجي لولاية إنديانا في بلومنجتون، وجامعة يوتا في سولت ليك سيتي، وجامعة ولاية كولورادو في فورت كولنيز، الذين استنتجوا من السجل الجيولوجي أن القمر يتعد عن الأرض، بسرعة ثابتة تقريباً، منذ ملايين السنين. وقد ارتكزت نتائج الدراسة على بيانات الأحماط المدية والجزرية القديمة المخلفة في الصخور الرسوبية في الولايات المتحدة وأستراليا.

إكتشف علماء الفلك منذ سنين عدة أن القمر والأرض يتعدان عن بعضهما البعض. وقد وُفرت بعثة أبولو ١١ الأميركية إلى القمر في العام ١٩٦٩، الوسيلة لجمع إثباتات مباشرة على هذا

التباعد بوضع عاكس حزمة لايزر على سطح القمر. عن طريق إرسال حزمة لايزر من الأرض إلى العاكس الموجود على القمر، تمكن العلماء من إجراء قياس دقيق للوقت الذي تتطلبه حزمة اللايزر للوصول، وبالتالي قياس دقيق للمسافة بين الأرض والقمر، مع العلم أن حزمة اللايزر انتقلت بسرعة ٣٠٠,٠٠٠ كم/الثانية، أي بسرعة الضوء. وقد أظهرت قياسات العاكس أن الأرض والقمر يتباعدان بسرعة ٣,٨٢ سنتيمترات في

السنة تقريباً. وكان الفلكيون قد استنتجوا في وقت سابق من تواريخ الحسوفات القمرية أن المسافة بين الأرض والقمر قد تغيرت على مدى الزمن. إلا أنه كان من الصعب إيجاد سجل جيولوجي حول العلاقة المتغيرة بين الأرض والقمر. وفي الدراسة المذكورة، فحص الباحثون تراكمت تُعرف بالترسبات المديجزرية (صخور تشكلت من الترسبات الرملية والوحلية التي تركها حركة المد والجزر المحيطية) موجودة في أربعة تكوينات صخرية من أعمار مختلفة. وهذه الصخور الرسوبية الأربع التي تمت دراستها هي: تكوين بيغ كوتون في يوتا (يعود إلى ٩٠٠ مليون سنة خلت)؛ وتكوين إلاتينا في أستراليا (يعود إلى ٦٥٠ مليون سنة خلت)؛ وتكوين بوتسكيل في ألاباما (يعود إلى ٣١٢ مليون سنة خلت)؛ وتكوين مانسفيلد في إنديانا (يعود إلى ٣٠٥ ملايين سنة خلت). والتكوين الصخري هو مجموعة أو طبقات من الرسوبيات الصخرية متشابهة بشكل كاف لكي تُعتبر وحدة مستقلة.

تشكل الطبقات الرقيقة الموجودة في الترسبات المديجزرية سجلات لحركة المد والجزر اليومية. وتُعرف حركتنا المد القويّتان وحركتنا المد الضعيفتان في كل شهر قمرّي - الوقت الذي يتطلبه القمر لإتجاز دورة واحدة حول الأرض - بالمدّين الثامين والمدّين الناقصين على التوالي، وتظهر على شكل أشرطة متمايزة. ويفصل بين هذه الأشرطة الموجودة في الترسبات المديجزرية بضعة ملمترات.

سطح القمر

وتوفّر هذه الأحماط معلومات حول التفاعل المتبادل بين الأرض والقمر لأن حركة المد والجزر تنتج عن قوة الجذب التي يمارسها القمر على الأرض (وبدرجة أقل قوة جذب الشمس)، ولا سيما على محيطات الأرض. تتحد قوة الجذب الممارسة على محيطات الأرض مع القوة النابذة باتجاه الخارج، الناتجة عن دوران نظام الأرض والقمر للتسبب بحركة مدّ في جهتي الأرض الأقرب من القمر والأبعد منه. ومع دوران الأرض حول محورها، تنتقل حركة المد عبر سطح الأرض وتولّد مدين كلّ يوم في أي موقع من محيطات الأرض. وينتج المدان الناقصان الضعيفان والمدان التامان القويان في كل شهر قمرّي عن تغير تراصف القمر مع الشمس، أثناء دوران القمر حول الأرض.

قام الباحثون، وعلى رأسهم العالم بالكواكب شارلز ب. سونيت الأستاذ الفخري في جامعة أريزونا، بدراسة عثبات الصخور لتحديد الأحماط الموسمية ضمن دورات المد والجزر التي تشير على انقضاء سنة كاملة. وتمكّن الباحثون من عدّ الدورات القمرية كلّ سنة، وحدّدوا السرعة التي يدور بها القمر حول الأرض. وكما كان متوقّعا، وجد العلماء أنه، منذ ملايين السنين، كان القمر يدور حول الأرض بسرعة أكبر من اليوم. ترتبط استطالة الدورة القمرية بشكل مباشر بابتعاد القمر عن الأرض: مع تباطؤ دوران الأرض والقمر، يتعد القمر عن الأرض. بلغة الميكانيكا، يبقى الزخم (كمية

السفر في الفضاء

إستكشاف الفضاء الخارجي

«إنها خطوة صغيرة لرجل، ولكن قفزة عملاقة للبشرية». قال نيل أ. أرمسترونج هذه الكلمات في ٢٠ تموز ١٩٦٩، وهو ينزل من المركبة «إيجل» ليدوس سطح القمر. وبعد ذلك بدقائق، لحق به إدوين إ. ألدرين؛ وأصبح رائدا الفضاء الأميركيان أول رجلين يطانّ سطح القمر. وبقي زميلهما مايكل كولنز في مدار حول القمر على متن مركبة القيادة «كولومبيا» من المركبة «أبولو ١١». سار أرمسترونج وألدرين بسهولة غير متوقّعة على سطح القمر، والتقطا صورا، وأجريا اختبارات، وجمعا عتبات من تربة القمر وصخوره. وبعد ٢١ ساعة ٤٢ دقيقة على سطح القمر، انضما إلى زميلهما كولنز ليعود الجميع بسلام إلى الأرض.

وقد شكّلت رحلة «أبولو ١١» الملحمية - والرحلات الفضائية الألهة الأخرى التي جرت في الستينات - نقطة الدوّرة لقرون من التخمين والدراسة، وعشرات السنين من العمل على المشاكل العملية لاستكشاف الفضاء. وتُعتبر هذه الرحلات مقدّمة لرحلات أطول في المستقبل ستحمل الإنسان إلى المريخ والكواكب الأخرى، وربما في النهاية إلى خارج النظام الشمسي.

الفضاء - الحدود الجديدة

إنّ وصول الإنسان إلى الفضاء هو إحدى أكبر المغامرات التي شهدتها الأزمنة الحديثة. وقد نقلت الرحلات الفضائية الأجهزة أولاً، ثم الانسان بنفسه، إلى أبعاد كانت غير معروفة أو مفهومة تماماً حتى السنوات الأخيرة. وعلى رغم أنّ الانسان قد قطع حدود الفضاء، فإنّ الفضاء لا يزال يحمل أسراراً ومفاجآت لا تُعدّ ولا تُحصى.

العالم خارج الأرض

الفضاء هو المنطقة الممتدة خارج حدود جوّ الأرض. ومن الصعب تحديد بداية الفضاء، إذ أنّ الجوّ لا ينتهي فجأة، بل تنخفض كثافته تدريجياً مع الارتفاع.

أما بالنسبة للإنسان، فإنّ الشروط السائدة في الفضاء تبدأ على ارتفاع حوالي ١٣,٥٠٠ متر. وفوق هذا الحدّ، يحتاج الإنسان إلى برّة ضغطية مغلقة بإحكام أو حجرة مكثفة الضغط، لكي يتمكن من التنفّس. وتستطيع الطائرات النفاثة المحيطة التي تحتاج إلى أكسجين الهواء أن تطير على ارتفاعات تتجاوز ٢٤,٠٠٠ متر بقليل. وقد ارتفع بعض المناطيد إلى حوالي ٤٥,٠٠٠ متر. أما الطائرات التي تسيرها الصواريخ والتي لا تحتاج إلى أكسجين الهواء، فقد وصلت إلى أكثر من ١٠٦,٢٠٠ متر، وهو مستوى يقع فوق ٩٩٪ من الجوّ.

وعلى ارتفاع حوالي ١٦٠ كيلومتراً، تستطيع الأقمار الصناعية الدوران في مدار الأرض. ويمكن القول إنّ الفضاء الحقيقي يبدأ على هذا الارتفاع. وتوصف المناطق الأبعد من الفضاء بالأجرام التي تحدها. فهناك الفضاء بين الأرض والقمر؛ والفضاء البيوكوكبي الذي يمتد بين الشمس وكواكب النظام الشمسي؛ والفضاء البينجمي الذي يمتد بين نجوم المجرة الواحدة؛ والفضاء البينجمي (وهو فضاء لا يمكن تخيل كبره) الذي يمتد بين المجرات الكثيرة التي يشتمل عليها الكون.

يحتوي الفضاء على كمية أقل من المادة في وحدة الحجم من أقصى الفراغات التي يمكن خلقها في المختبر،

إلا أنّه ليس فارغاً على الإطلاق. تنتشر الأشعاعات في الامتدادات الشاسعة الواقعة بين الأجرام السماوية الكبيرة، وتندفع فيها الجسيمات المشحونة والمادة التي تتراوح بين النيازك الدائرية الكبيرة الحجم والحبات الصغيرة المعروفة بـ «الغبار الكوني».

ما الهدف من استكشاف الفضاء؟

يشكّل الفضاء، دون ريب، بيئة غير ملائمة للإنسان وآلانه. ويتطلّب الأمر قدراً كبيراً من الإبداع والوقت والمهارة والمال، ليتمكن الانسان من البقاء على قيد الحياة في الفضاء ولتعمل آلاته بالشكل المطلوب. وعلى الرغم من ذلك، فقد انكبت الجهود، ولا تزال، على استكشاف الفضاء.

ويمكن أحد الأسباب الرئيسية لاستكشاف الفضاء في زيادة معرفة الانسان بالأرض والنظام الشمسي والكون. وقد أعطت الأقمار الصناعية الكثير من المعلومات الجديدة حول الأرض. وتسمح «مراكز الرصد» فوق جوّ الأرض برصد الاشعاع الذي لا يخترق جوّ الأرض. وجمعت المركبات الفضائية، في رحلاتها بعيداً عن الأرض، معطيات جديدة حول القمر والكواكب.

وينطوي أيضاً استكشاف الفضاء على قيمة عملية. فإنّ الأقمار الصناعية الأرضية تساهم في توقع الحالة الجوية. وتزيد أقمار الاتصالات قنوت الاتصال الدولية، وتسمح ببث موجات التلفزيون بين القارّات. وتقوم أقمار الملاحة بتوجيه السفن في البحر، وتجري الأقمار العسكرية عمليات استطلاع حيوية. وتسمح الأقمار الجيوديسية بوضع خرائط فائقة الدقة. ويجد أخيراً الكثير من منتجات تكنولوجيا الفضاء تطبيقات واستعمالات على الأرض.

ولكن، قد نجد ربما أهم سبب لاستكشاف الفضاء في فضول الانسان الذي لا يرتوي. ويذهب اليوم مستكشفو الفضاء إلى خارج نطاق الأرض، استجابة لنداء المجهول الذي دفع من سبقهم إلى عبور المحيطات واجتياز القارّات، إلى السعي للوصول إلى قطبي الأرض، إلى ذرع السماء جيئة وذهوباً، وتسلق الجبال، وخرق أعماق البحار.

برنامج «أبولو» - إرسال إنسان إلى القمر

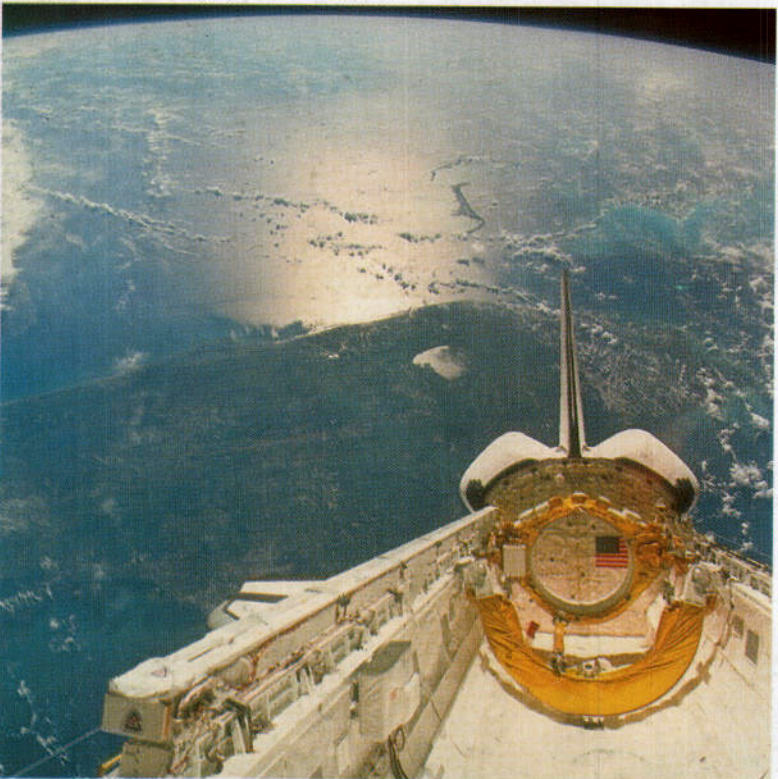
مهّد ماركوري وجيمناي الطريق لبرنامج «أبولو»، الذي كان هدفه استكشاف الانسان للقمر والنزول عليه. وبدأ تصميم وتطوير مركبة «أبولو» ذات المركبات الفرعية الثلاث، والتي تحمل على متنها ثلاثة رواد في ستينات القرن العشرين.

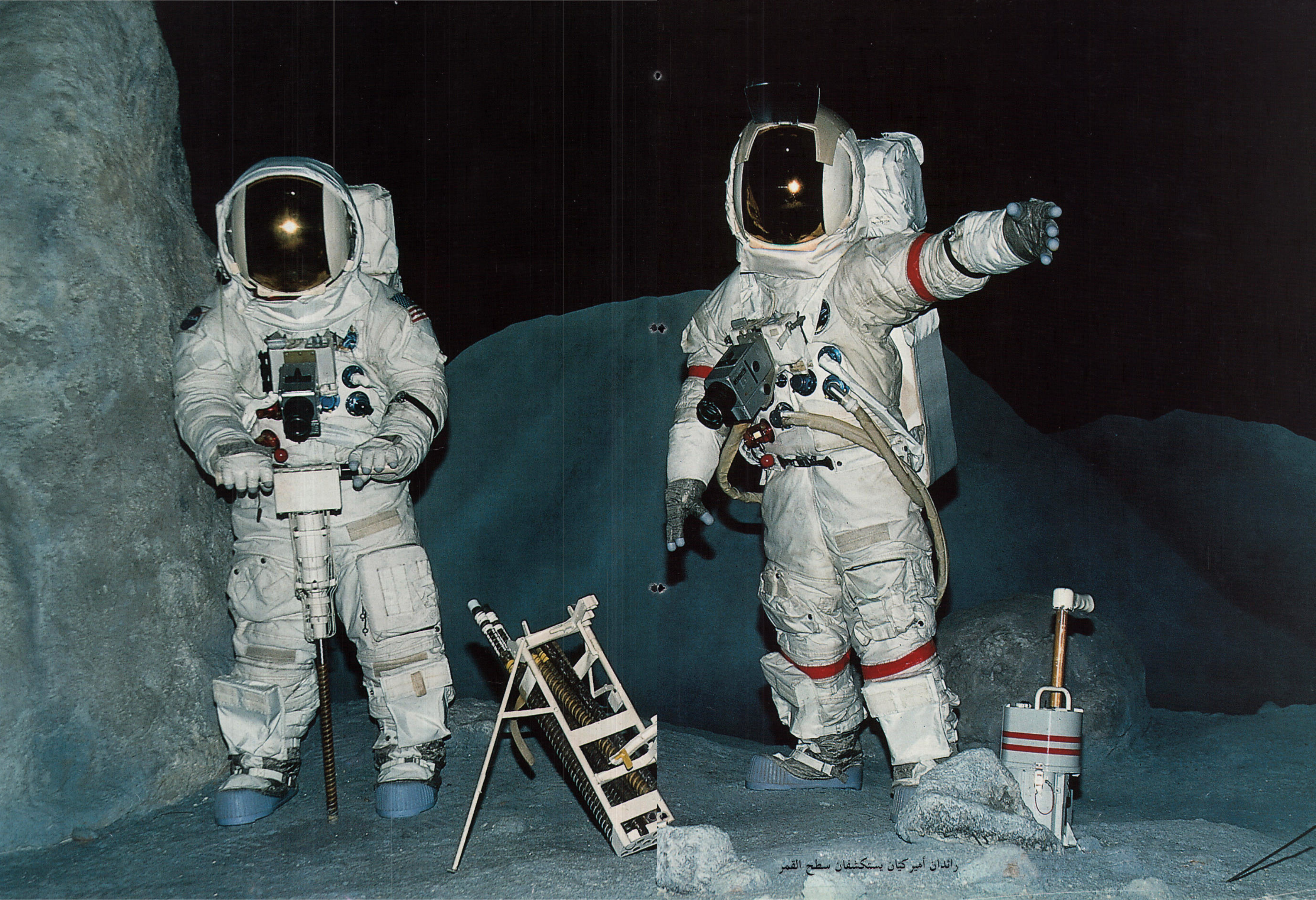
لجّد موعد الاختبار الأول لمركبة «أبولو» الألهة في سنة ١٩٦٧؛ ولكن في كانون الثاني ١٩٦٧، وأثناء إجراء عدّ عكسي تجريبّي، لقي رواد الفضاء جريسوم ووايت وروجر ب. شافي حتفهم، عندما اجتاحت نيران مفاجئة وقصيرة الأجل مركبة القيادة حيث كانوا جالسين. وأطلقت أول مركبة «أبولو» أهلة، هي «أبولو ٧»، في ١١ تشرين الأول ١٩٦٨. وبقي رواد الفضاء شيرا ودون ف. أيزيلي ووالتر كاننجهام في مدار الأرض لمدة ١١ يوماً.

في ١٩٦٨/١٢/٢١، تمّ إطلاق «أبولو ٨». وأصبح رواد الفضاء الذين كانوا على متنها، بورمان ولوفيل ووليام أندرز، أول بشر يدورون في مدار القمر، وقد أنجزوا عشر دورات حول القمر. حملت «أبولو ١١»، التي أطلقت في ١٩٦٩/٧/١٦، أول رجلين يدوسان سطح القمر. فقد حطّ رتان مركبة القيادة نيل أ. أرمسترونج ورتان المركبة القمرية إدوين إ. ألدرين جونور في بحر السكون في

▲ مكوّن في الفضاء

▼ مشهد للأرض من المكوّن الفضائي





رائدان أميركيان يستكشفان سطح القمر

الساعة ٣,١٧ من بعد ظهر يوم ٢٠ تموز. وفي الساعة ٩,٥٦ مساءً، وطيء أرمسترونج سطح القمر، ثم لحق به الدرين. وبقي مايكل كولنز في مركبة القيادة الدائرة في مدار القمر.

وحقق كلٌ من شارلز كوتارد جونيور وألان ل. بين من «أبولو ١٢»، التي أُطلقت في ١٤ تشرين الثاني سنة ١٩٦٩، الهبوط الثاني على سطح القمر في ١٩ تشرين الثاني سنة ١٩٦٩، وقد رافقهما في الرحلة ريتشارد ف. جوردون جونيور. وأنجز شيبارد (أول أميركي يطير في الفضاء) وإدجار د. ميتشل ثالث هبوط على سطح القمر في ٥ شباط ١٩٧١، وقد حطّا مع ستوارت أ. روزا في «أبولو ١٤».

وقام رواد الفضاء في «أبولو ١٥» بالهبوط الرابع على سطح القمر، في ٣٠ تموز ١٩٧١. إستخدم رواد الفضاء سيارة قمرية عاملة بالكهرباء لجمع حوالى ٧٧ كيلوغراماً من الصخور والتربة. وجرى الهبوط الخامس في ٢٠ نيسان ١٩٧٢، عندما حط أفراد طاقم «أبولو ١٦» في مرتفعات «ديكارت» الوعرة. وقد جمعوا العينات الأولى من تربة وصخور الجبال القمرية.

أطلقت «أبولو ١٧»، آخر مركبة من مجموعة أبولو، في ٧ كانون الأول ١٩٧٢. وقد أمضى إثنان من رواد الفضاء أربعة أيام على سطح القمر، وأجرى اختبارات لدراسة بيئة القمر وباطنه.

في ١٤ أيار ١٩٧٣، أُطلق سكايلاب، وهو مختبر فضائي يصل وزنه إلى ١٠٠ طن، في مدار الأرض. والنجم الطاقم الأول - كوتارد وجوزف ب. كيروين ويول ج. وايتز - الذي كان على متن مركبة أبولو معدّلة، به «سكايلاب ٢» في ٢٥ أيار. وقد شملت الاختبارات التي أجروها، أبحاثاً حول الشمس وموارد الأرض ورّد فعل جسم الانسان على البقاء مدّة طويلة في الفضاء، وقد أمضوا ٢٨ يوماً في الفضاء. وكسر أفراد طاقم «سكايلاب ٣» هذا الرقم، إذ أمضوا ٥٩ يوماً في الفضاء. وسقط هذا الرقم القياسي من جديد، عندما أمضى أفراد طاقم «سكايلاب ٤» ٨٤ يوماً في الفضاء.

برنامج المكوك الفضائي

في السبعينات، صنعت الولايات المتحدة المكوك الفضائي، وهو أول مركبة فضائية أهلة قابلة لإعادة الاستعمال. ويجمع المكوك ثلاثة أنظمة: مركبة مدارية مجتّحة تحمل الطاقم والآلات؛ وخزاناً خارجياً يحتوي على وقود دفعيٍّ للمحركات الصاروخية الرئيسية الثلاثة؛ ومعرّزين صاروختين صليتين لرفع المركبة فوق القسم الأكثر كثافة من الجو. وقد صُمم المعرّزان للنزول بالمظلة في المحيط لإعادة تأهيلهما، بينما تحطّ المركبة المدارية على مدرج في نهاية الرحلة.

بدأ البرنامج بصنع أربعة مكوكات فضائية، أُطلق عليها أسماء سفن شهيرة: كولومبيا وشالنجر وديسكوفري وأتلانتس. طارت «كولومبيا» في أربع رحلات مدارية اختبارية من نيسان ١٩٨١ إلى تموز ١٩٨٢. وقد قام بالرحلة الأولى رائدا الفضاء جون و. يونج وروبرت كريبن. ونقلت الرحلات الثلاث اللاحقة أحمالاً لإظهار منفعة المكوك كناقلة. وبدءاً من الرحلة الخامسة في العام ١٩٨٢، حمل المكوك أجهزة عاملة.

قام مكوك شالنجر بأول رحلة له في نيسان ١٩٨٣. وفي رحلته الثانية، في حزيران من السنة نفسها، ضمّ الطاقم أول امرأة أميركية تصعد إلى الفضاء: سالي ك. رايد. أُطلق مكوك كولومبيا من جديد في تشرين الثاني حاملاً على متنه «سباسلاب ١»، وهي مركبة - مختبر شديدة التعقيد، صنعتها وكالة الفضاء الأوروبية، ووهبتها لإجراء التجارب العلمية في الفضاء.

في شباط ١٩٨٤، استعمل بروس ماك كاندلس الثاني وروبرت ل. ستوارت أجهزة دفع بالفث الغازي، محمولة على الظهر للنقل والعمل في الفضاء والعودة إلى مكوك «شالنجر»، من دون أي حبل يربطهما بالمركبة الفضائية. وُضع مكوك «ديسكوفري» قيد العمل في العام ١٩٨٤، وتلاه «أتلانتس» في العام ١٩٨٥.

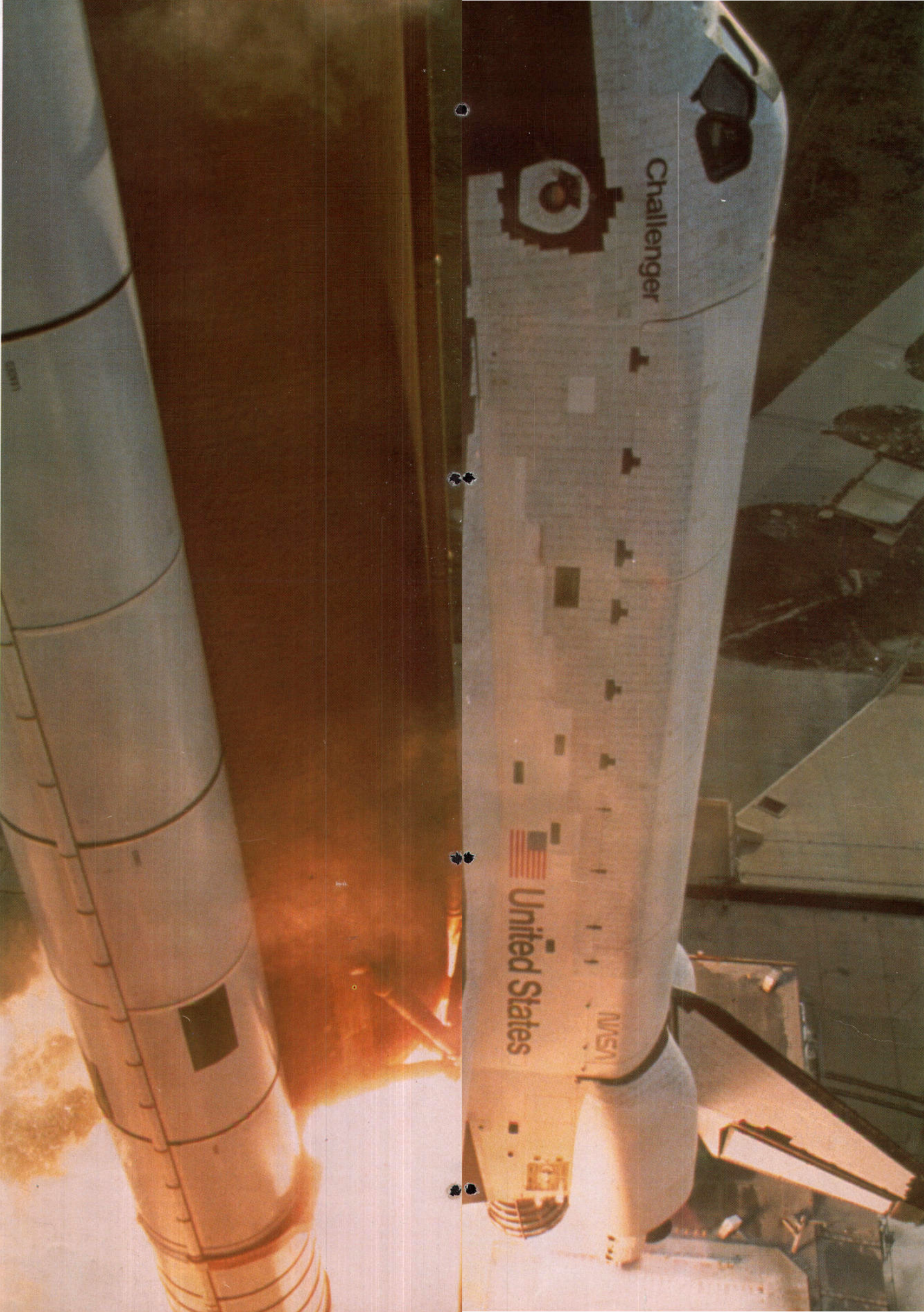
في ٢٨ كانون الثاني ١٩٨٦، وبعد ٢٤ رحلة ناجحة، انفجر مكوك «شالنجر» بعد ٧٣ ثانية من إطلاقه. وقُتل أفراد طاقمه السبعة، ومنهم المدرّسة كريستا ماك أوليف التي فازت بمسابقة «معلم في الفضاء» التي اشترك فيها مدرّسون من جميع أنحاء الولايات المتحدة. عُلق برنامج المكوك الفضائي إلى حين لإيجاد سبب الانفجار. وعادت الولايات المتحدة إلى الفضاء في العام ١٩٨٨ بإطلاق المكوك الفضائي «ديسكوفري»، في شهر أيلول من تلك السنة. وقد خضع تصميم المكوك لمئات التعديلات. وفي كانون الأول ١٩٨٨ ثم في أيار ١٩٨٩، قام «أتلانتس» برحلتين ناجحتين. في سنة ١٩٩١، استبدلت الولايات المتحدة مكوك «شالنجر» بمكوك «إنديفور» الجديد.

أطلق الاتحاد السوفياتي السابق المكوك الفضائي «بوران» (العاصفة الثلجية) في رحلة لا يقودها إنسان، في تشرين الثاني ١٩٨٨. وقد أنجز هذا المكوك دورتين حول الأرض، وكان مشابهاً جداً للمكوك الأميركي في ما عدا تصميم صاروخ الإطلاق.

رواد الفضاء

التدريب الخاص بالمهمة: يشمل دراسة تصميم ونسق قمر القيادة وأنظمة التحكم بالطيران، وعملاً هندسياً، والتأقلم مع التجهيزات والمعدّات المختلفة. خلال هذا التدريب، يُعيّن المرشّحون لتشغيل أنظمة الطيران الفضائي المختلفة وللقيام بنشئ أنشطة الدعم. ويُجرى تقدير لأدائهم في هذه المهمّات الموكلة إليهم، وأيضاً في مراحل التدريب الأخرى. وتحدّد هذه التقديرات ما إذا سوف يُقبل المرشّحون كرواد فضاء أم لا.

إنّ قبول المرشّح كرائد فضاء لا يضمن إرساله على الفور في مهمة فضائية. وقد انتظر بعض رواد الفضاء الطيارين ١٢ سنة قبل أن يطيروا في الفضاء. أثناء الإنتظار، يستمرّ رواد الفضاء في العمل في مجالات هندسية مختلفة. ويصبح بعض رواد الفضاء خبراء في الكثير من العمليات أو أنشطة الدعم. وتساعد هذه المعرفة الخاصة رواد الفضاء على الإشتراك في رحلات يكون فيها اختصاصهم ضرورياً.



عند إلحاق رواد الفضاء بطاقم، يقضون القسم الأكبر من وقتهم في التدريب داخل مُحاكيات آلية أو الكترونية. والمحاكي جهاز يخلق ظروف الرحلة الفضائية. يقضي أفراد الطاقم حتى ثماني ساعات في اليوم في الأجهزة المحاكية للتمرين على كل جزء من مهمّتهم. ويُخضع المدربون أفراد الطاقم لمشاكل يجب أن يحلّوها ويصحّحوها، لتحضيرهم على مواجهة أيّ حالة طارئة ممكنة.

يقضي رواد الفضاء وقتاً أطول في الأجهزة المحاكية ممّا يقضون في الفضاء. وهم يعتبرون هذه الأجهزة تحضيراً قيماً لما سوف يواجهونه، في ما بعد، خلال الرحلات الفعلية. فعلى سبيل المثال، استعمل رواد الفضاء في أبولو ١٣ مخزون الأكسجين والطاقة الموجودة في مركبتهم القمرية للعودة بسلام وأمان إلى الأرض، بعد حدوث انفجار أصاب مركبتهم الرئيسية بالأضرار. وقد تمكّن الطاقم من إنجاز هذه العملية بسهولة نسبية، نظراً إلى أنّهم تدربوا عليها في المحاكيات.

ويتدرب أيضاً رواد الفضاء في نموذج بالحجم الطبيعي عن المركبة الفضائية. وتساعد هذه النماذج أفراد الطاقم على التمرّن على العمل والحياة في حجرات المركبة المغلقة. يخزن رواد الفضاء المواد، ويحضّرون الطعام، ويتحقّقون من المعدّات والتجهيزات في النماذج. كما أنّهم يتدربون على دخول المركبة الفضائية والخروج منها.

قد يقضي رواد الفضاء المبتدئون حتى ١٨ شهراً في التدريب للقيام بمهمة في الفضاء. وقد لا يحتاج رواد الفضاء الذين سبق لهم السفر في الفضاء إلى أكثر من ستة أشهر من التدريب قبل أن يصبحوا جاهزين للطيران من جديد.

التدريب الخاص: يحضّر هذا التدريب رواد الفضاء للقيام بمهمّات لا تُجدها في جميع الرحلات. فعلى سبيل المثال، تتعلّم رواد الفضاء الأميركيون الذين شاركوا في المشروع الاختباري الأميركي السوفياتي أبولو - سويوز في ١٩٧٥، اللغة الروسية؛ واشتركوا في عمليات محاكية للطيران في كلّ من الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي. ويتمرّن رواد الفضاء الذين يعملون في «سپاس لاب» على تشغيل المعدّات والأجهزة الخاصة اللازمة لاجراء تجارب علمية وهندسية.

ويتدرب بعض رواد الفضاء الذين يسافرون في المكوكات الفضائية على استعمال الحركات النفاثة المحمولة في حقبة ظهر للتدرب على الطيران، من وإلى المركبة الفضائية من دون حبل أمان.

رواد الفضاء على الأرض

إنّ رواد الفضاء الذين يشتركون في مهمة فضائية يعملون على الأرض وفي الفضاء، على حدّ سواء. يتولّى الذين يقعون على الأرض نقل المعلومات والتعليمات من مراقبي الرحلة والمهندسين والعلماء إلى الطاقم. وفي حال حدوث مشاكل، يحاول رواد الفضاء هؤلاء إيجاد الحلول المناسبة بمساعدة المهندسين وغيرهم من الخبراء.

ساهم رواد الفضاء في تغيير تصميم المركبات الفضائية وأنظمتها العاملة. فقد أصرّ، مثلاً، رواد

الفضاء في برنامج مركوري على وضع نافذة في المركبة الفضائية وباب صغير يفتح من الداخل، وعلى الحصول على المزيد من السيطرة في قيادة المركبة. وعمل رواد الفضاء في المكوكات الفضائية على تحديد المكان المثالي لوضع الأجهزة المختلفة. كما أنّهم ساهموا في اختراع تجهيزات خاصة مثل الأدوات المستعملة في تصلّح الأقمار الصناعية.

رواد الفضاء السوفيّات

منذ نيسان ١٩٦١، طار في الفضاء أكثر من ٩٠ رائد فضاء سوفيّاتياً أو من مجموعة الدول المستقلّة (منذ العام ١٩٩٠). قُتل أربعة من رواد الفضاء هؤلاء خلال إحدى الرحلات الفضائية. ففي نيسان ١٩٦٧، قُتل رائد الفضاء فلاديمير كوماروف عندما تعطلّ عمل مظلة مركبته الفضائية. وفي حزيران ١٩٧١، توفي رواد الفضاء جيورجي دوبروفولسكي وفكتور باتسايف وفلاديسلاف فولكوف في رحلة العودة، عندما تسرّب الهواء خارج كبسولتهم.

يتدرب رواد الفضاء الروس في مركز ي. أ. جاجارين، المعروف أيضاً بـ«مدينة النجوم»، قرب موسكو. تنطلق الصواريخ الفضائية من مدرج بايكونور الفضائي الواقع قرب بحر أرال في جنوب وسط كازاخستان. وتهبط المركبات في مناطق نائية مسطّحة من كازاخستان. والحقيقة هي أنه كثيراً ما تنتهي الرحلات الفضائية في حقول القمح.

كان رواد الفضاء الأوائل طيارين حربيّين ومدربيّ طيران. وكان معظمهم في أوائل العقد الثالث من العمر، وقد أرسل العديد منهم إلى الجامعة بعد رجوعهم من الفضاء. منذ رحلة فالنتينا ترشكوكا في العام ١٩٦٣، ضمتّ طواقم رواد الفضاء مهندسين وفيزيائيّين مدنيّين.

لم يستغرق تدريب رواد الفضاء السوفيّات الأوائل أكثر من سنتين. وكان البرنامج الأصلي يبدأ بشهرين من النشاط الرياضي المتواصل، يشمل الغطس من مكان مرتفع والتزلّج والمصارعة والفقر بالمظلة فوق الأرض والماء. لم يتطلب برنامج التدريب الأميركيّ مثل هذه الأنشطة، لكنّه يُطلب من رواد الفضاء الأميركيّين الوصول إلى حالة جسدية جيّدة بجهدهم الخاصّ.

وشمل أيضاً البرنامج السوفياتي الأول التدريب في نوابذ (ج: نابذة؛ آلات تحاكي الجاذبية المتزايدة) وحجرات حارّة وغرفة عزل تُعرف بـ«غرفة الرعب». وقد صُمّم جهاز آخر، هو كرسيّ متأرجح دوّار، يُستعمل لاختبار رواد الفضاء حول مرض الحركة Motion Sickness.

مع ازدياد المعرفة بالفضاء، أصبح برنامج التدريب السوفياتي أقلّ صعوبة. فعلى سبيل المثال، تمّ إلغاء الحجرات الحارّة وغرف العزل، كما تُخفّضت عمليات القفز بالمظلة. وأصبح أيضاً التدريب للسيطرة على مرض الحركة أكثر سهولة. ويمضي اليوم رواد الفضاء الروس معظم وقتهم في دراسة الأنظمة المعقّدة في المركبات الفضائية، والعمل في المحاكيات. ويصرفون ٨ إلى ١٠ سنوات في التحضير للطيران الفضائيّ.

رائد فضائي على متن المكوك شالنجر
يعمل على إصلاح قمر صناعي



استكشاف الفضاء

يشكّل استكشاف الفضاء رة الإنسان على فضوله في ما يتعلّق بالأرض والقمر والكواكب والشمس والنجوم الأخرى والجزرات. تغامر المركبات الفضائية المأهولة وغير المأهولة إلى ما وراء حدود الأرض لجمع المعلومات القيّمة حول الكون. نزل البشر على سطح القمر، وعاشوا في المحطّات الفضائية لفترات طويلة من الزمن. يساعدنا استكشاف الفضاء على رؤية الأرض في علاقتها الحقيقية مع باقي الكون. وقد يكشف استكشاف الفضاء كيف تكوّنت الشمس والكواكب والنجوم، وما إذا كانت الحياة موجودة خارج عالمنا.

بدأ عصر الفضاء في ٤ تشرين الأوّل ١٩٥٧. ففي ذلك اليوم، أطلق الإتحاد السوفيّاتي السابق سبوتنيك (الذي أطلق عليه في ما بعد اسم سبوتنيك ١)، وهو أوّل قمر صناعي يدور حول الأرض. وجرت أوّل رحلة فضائية في مركبة مأهولة في ١٢ نيسان ١٩٦١، عندما قام رائد الفضاء السوفيّاتي يوري أ. جاجارين بالدوران في مدار الأرض في المركبة

الفضائية فوستوك (التي أطلق عليها في ما بعد اسم فوستوك ١).

سمحت المركبات غير المأهولة التي تُعرف بالمسابير الفضائية بزيادة معرفتنا بالفضاء الخارجي والكواكب والنجوم. في العام ١٩٥٩، مرّ مسبار سوفيّاتي قرب القمر وبلغ مسبار آخر سطحه. في العام ١٩٦٢، قطع مسبار أميركيّ أمام الزهرة. في العامين ١٩٧٤ و١٩٧٦، أطلقت الولايات المتحدة مسبارين ألمانيين مرّا داخل مدار عطارد، قريباً من الشمس. ونزل مسباران أميركيتان آخران على سطح المريخ في العام ١٩٧٦. إضافة إلى دراسة جميع كواكب النظام الشمسيّ، باستثناء بلوتون (أفلوطن)، تتحقّق المسابير الفضائية من المذنبات والكويكبات.

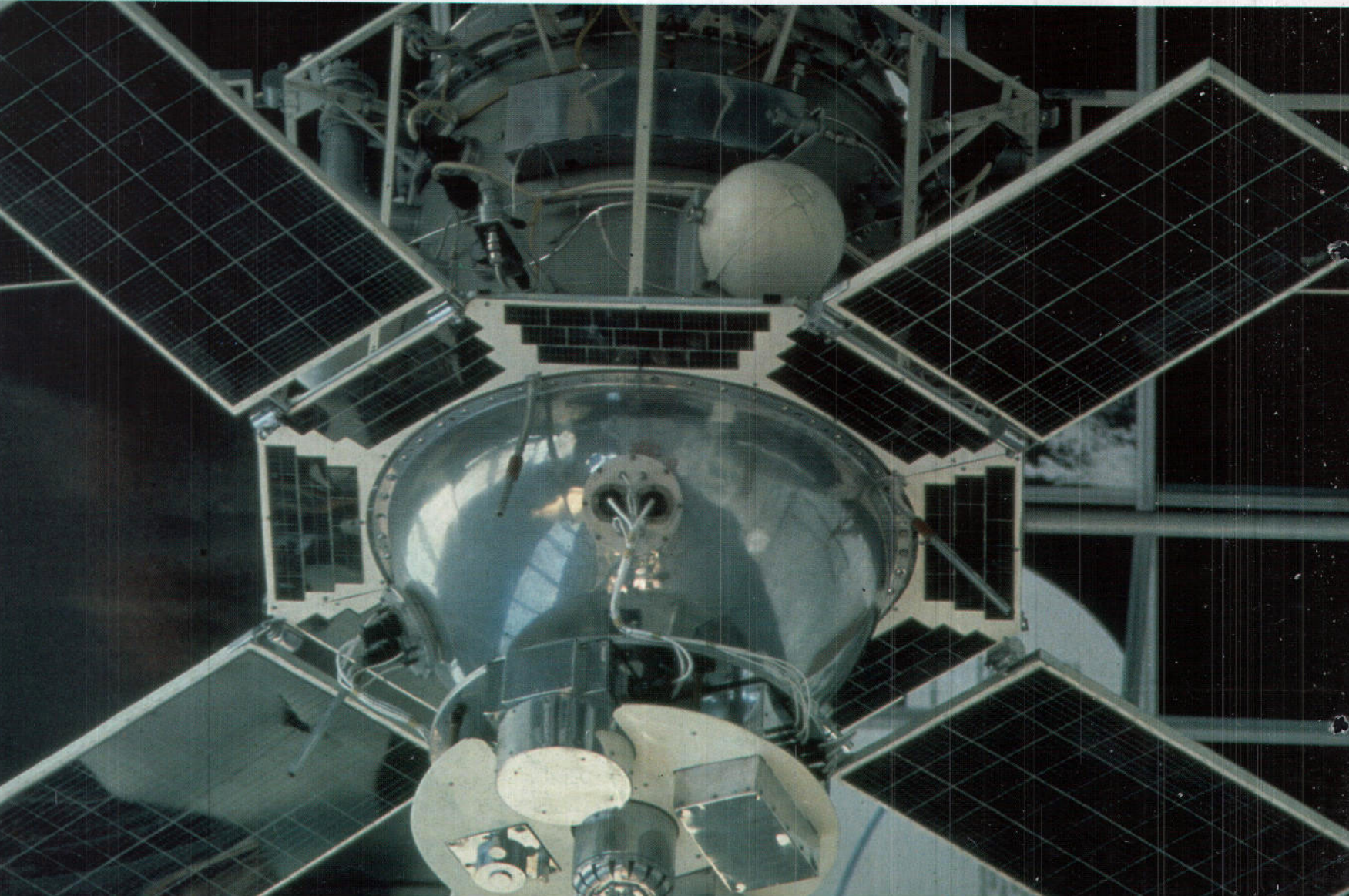
بدأت أوّل رحلة مأهولة إلى القمر في ٢١ كانون الأوّل ١٩٦٨، عندما أطلقت الولايات المتحدة المركبة الفضائية أبولو ٨. وقد دارت هذه المركبة حول القمر ١٠ مرّات قبل أن تعود سالمة إلى الأرض. في ٢٠ تموز ١٩٦٩، أنزل رائدا الفضاء الأميركيّان نيل أ. أرمسترونج وإدوين إ. ألدرين جونيور مركبتهما القمرية أبولو ١١ على سطح القمر. وأصبح أرمسترونج أول إنسان يطأ سطح القمر. وقام رواد الفضاء الأميركيّون

بخمس عمليات هبوط أخرى على القمر قبل انتهاء برنامج أبولو القمريّ في العام ١٩٧٢. في السبعينات، طوّر رواد الفضاء الأميركيّون والسوفيّات مهارات للعيش في الفضاء على متن المحطتين الفضائيتين سكايلاب وساليوت. في ١٩٨٧ و١٩٨٨، أمضى رائدا فضاء سوفيّاتين مدّة قياسيةّ من ٣٦٦ يوماً متتالياً في مدار الأرض.

في ١٢ نيسان ١٩٨١، انطلق المكوك الفضائي الأميركي كولومبيا للمرّة الأولى. وكان هذا المكوك أوّل مركبة فضائية قابلة لإعادة الإستعمال وأوّل مركبة فضائية قادرة على الهبوط فوق مدرج طائرات عاديّ. في ٢٨ كانون الثاني ١٩٨٦، حصل حادث مأساوي. فقد انفجر المكوك الفضائي الأميركيّ شالنجر في الجوّ، وقُتل جميع أفراد طاقمه المؤلّف من سبعة رواد فضاء. أُعيد تصميم المكوك بعد هذه الواقعة واستؤنفت الرحلات في العام ١٩٨٨.

في السنوات الأولى من عصر الفضاء، أصبح النجاح في الفضاء مقياس ريادة بلد ما في مجال العلوم والهندسة والدفاع الوطنيّ. وكانت الولايات المتحدة والإتحاد السوفيّاتيّ

المركبة الروسية أوّل مركبة فضائية



يتواجهان في منافسة شديدة عُرفت بالحرب الباردة. وقد أدّى ذلك إلى تنافس البلدين على إنشاء وتطوير برامجهما الفضائية. طوال الستينات والسبعينات، دفع هذا «السباق الفضائي» كلا البلدين للقيام بجهود هائلة في مجال الاستكشاف الفضائي. ولكن، غالباً ما ركّزت المنافسة على الدعاية وحسّ الاستعراض على حساب العلم. انتهى «السباق الفضائي» في نهاية السبعينات، عندما بدأت الولايات المتحدة والإتحاد السوفيّاتيّ يسعيان لتحقيق أهداف مستقلة في الفضاء. وتتميّز البرامج الفضائية اليوم بنظم أكثر ثباتاً وبالمزيد من التعاون الدوليّ.

يشكّل التوازن الصحيح بين الاستكشاف بمركبات مأهولة وغير مأهولة، موضوع جدل رئيسيّ في إنشاء البرامج الفضائية. يحتجّ بعض الخبراء بإرسال المسابير غير المأهولة لأنها قد تكون أبخس وأسلم وأسرع من المركبات المأهولة. ويشير هؤلاء العلماء إلى أنّ المسابير تستطيع القيام برحلات قد تكون خطيرة على الإنسان. من جهة أخرى، لا تستطيع المسابير عموماً أن تستجيب لأحداث غير متوقّعة. ويحتجّ اليوم معظم المخطّطين في مجال

الإستكشاف الفضائيّ استراتيجياً متوازنة تقرر بين المسابير غير المأهولة والرحلات بمركبات مأهولة. يمكن للمسابير أن تزور مناطق مجهولة من الفضاء، أو تجوب مناطق مألوقة حيث تقع المعطيات التي سوف تُجمع ضمن حدود متوقعة. ولكن، في بعض الحالات، يجب أن يتبع الناس المسابير ويجب استعمال الابداع والمرونة والشجاعة البشرية لاستكشاف أسرار الكون.

ما هو الفضاء؟

الفضاء هو شبه الفراغ الذي تتحرك فيه جميع الأجرام في الكون. وليست الكواكب والنجوم وحتى الحشود من مليارات النجوم التي تُعرف بالمجرات سوى نقاط صغيرة، مقارنةً بامتداد الفضاء الفسيح. بداية الفضاء: يلفّ الهواء الأرض ويؤلف جوّها. ومع ازدياد البعد عن الأرض، يصبح الهواء أكثر رقةً. لا توجد أي حدود واضحة بين الجوّ والفضاء الخارجي. لكنّ معظم الخبراء يقول إنّ الفضاء يبدأ بعد ٩٥ كيلومتراً تقريباً فوق الأرض.

وليس الفضاء الخارجي فارغاً تماماً في المنطقة التي تعلو الجوّ مباشرة. فهو يحتوي على بعض الجسيمات الهواء، إضافة إلى

الغبار الفضائيّ وأحياناً إلى فلذ معدنيّة أو صخرية تُعرف بالجسيمات النيزكية. وتنتشر، بحرية، عدّة أنواع من الإشعاعات. وقد أطلقت، إلى هذه المنطقة من الفضاء، آلاف المركبات الفضائية المعروفة بالأقمار الصناعية.

ويتمدّ حقل الأرض المغنطيسيّ (الفضاء حول الأرض حيث يمكن مشاهدة مغنطيسيتها) إلى مسافة كبيرة بعد الغلاف الجويّ. يحتجز الحقل المغنطيسيّ الجسيمات مشحونة كهربائياً من الفضاء الخارجي، مشكّلاً بذلك مناطق من الإشعاع تُعرف بأحزمة فان ألن.

ويُطلق على المنطقة من الفضاء التي يتحكّم فيها حقل الأرض المغنطيسيّ بحركة الجسيمات المشحونة، اسم الغلاف المغنطيسيّ. ويتخذ هذا الغلاف شكل دُمعة يمتدّ رأسها بعيداً عن الشمس. بعد هذه المنطقة، يتغلّب غلاف الشمس المغنطيسيّ على غلاف الأرض المغنطيسيّ. لكن، حتّى هذه المسافات الشاسعة ليست بمنأى عن تأثير جاذبيّة الأرض. فعلى مسافة ١,٦ مليون كيلومتر من الأرض، تُبقي هذه الجاذبيّة الأقمار الصناعية في مدار الأرض بدلاً من أن تفلت وتطير في الفضاء.

الفضاء بين الكواكب: يُعرف الفضاء بين الكواكب بالفضاء البينكوكبيّ Interplanetary Space. وتسيطر جاذبيّة الشمس، على حركة الكواكب في هذه المنطقة. لهذا السبب، تدور الكواكب حول الشمس.

تفصل عادة مسافات هائلة بين الأجسام المتحركة في الفضاء بين الكواكب. فعلى سبيل المثال، إنّ الأرض تدور حول الشمس على مسافة ١٥٠ مليون كيلومتر تقريباً. وتسير الزهرة في مدار على بعد ١١٠ ملايين كيلومتر من الشمس. والزهرة هو الكوكب الأقرب إلى الأرض، إذ يبعد عنها ٤٠ مليون كيلومتر «فقط»، كلّما مرّ بينها وبين الشمس. لكنّ هذه المسافة هي بالرغم من كلّ شيء أكبر ١٠٠ بضعف من بُعد القمر عن الأرض.

الفضاء بين النجوم: يُطلق على الفضاء بين النجوم اسم الفضاء البيننجميّ Interstellar Space. وتكون المسافات في هذه المنطقة شاسعة لدرجة أنّ الفلكيين لا يقيسونها بالكيلومترات ولا بالأميال. بل يقيس العلماء المسافة بين النجوم بوحدات تُسمّى السنوات الضوئية. فعلى سبيل المثال، إنّ أقرب نجم إلى الشمس هو «النجم القريب» من مجرّة الظّلّمان، الذي يقع على

بواسطة ذراع روبرت الآليّة، أمسك رواد الفضاء قمراً صناعياً. فتمّ إصلاحه وإعادة إطلاقه

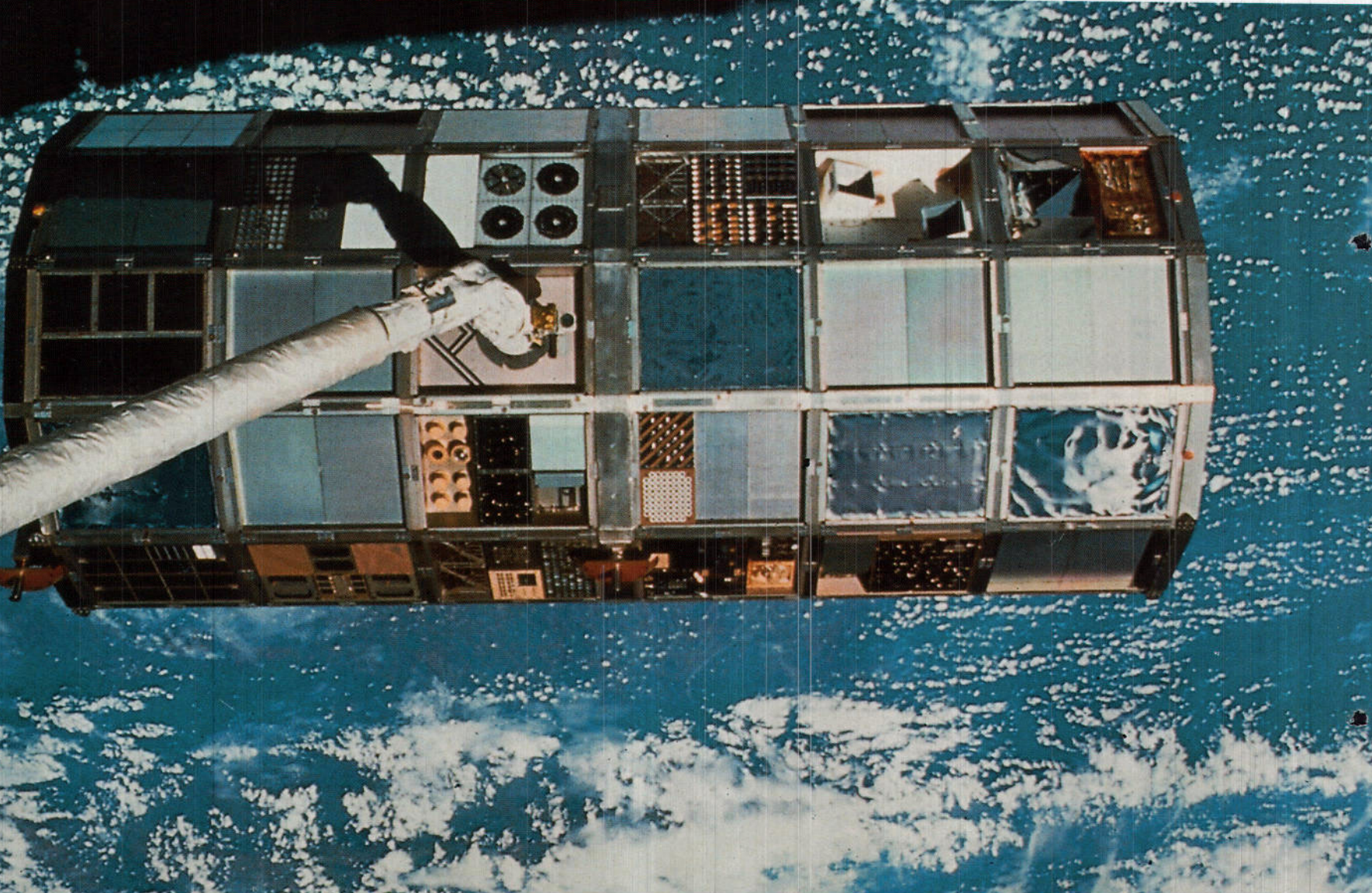
بعد ٤,٣ سنوات ضوئية. وتساوي السنة الضوئية ٩,٤٦ ترليون كيلومتر، وهي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة من الزمن (بسرعة ٢٩٩,٧٩٢ كيلومتراً بالثانية).

وتطفو بين النجوم غازات مختلفة وغيوم رقيقة من الغبار الشديد البرودة وبعض المذنبات المفلتة. ويحتوي أيضاً الفضاء البيننجمي على الكثير من الأجسام غير المكتشفة بعد.

الوصول إلى الفضاء والرجوع منه

ينطوي استكشاف الفضاء على تحديات تقنيّة كبيرة. يجب إطلاق المركبة الفضائية بسرعة واتجاه محدّدين. ويجب أن تكون أيضاً المركبة الفضائية التي تحمل طاقماً قادرة على الإبطاء والهبوط بسلام.

تحضير المركبة الفضائية: يبني الصانعون المركبات الفضائية في مصانع خاصّة في شروط نظافة صارمة، إذ يمكن لأقل تلوث أن يتسبّب بعيوب قد تؤدّي في ما بعد إلى تعطل الأجهزة. وتُنقل المركبة، بعد ذلك، إلى موقع الإطلاق بواسطة الشاحنات أو القطار أو الطائرات أو السفن. وفي موقع الإطلاق، تجمع الطواقم المركبة الفضائية وتُخضعها للاختبار للتأكد من سلامة عملها. وعندما تصبح المركبة جاهزة للطيران، ينقلها العمال إلى منصّة الإطلاق لتزوّد بالوقود.



عندما أطلق المكوّن الفضائيّ شالنجر في الرحلة رقم ٢٥ من رحلات الفضاء، حدثت كارثة، إذ انفجر المكوّن بعد ٧٣ ثانية من إطلاقه. وأسفرت الكارثة عن مقتل الرّواد السبعة جميعهم، وهم قائد الرحلة فرنسيس ر. سكوبي والرّواد كريستينا ماك أوليف (مدرّسة) من نيوهامبشاير، وخمسة رّواد هم جريجوري ب. جرفيس، رونالد ماك نير، أليسون أونيزوكا، جوديث إ. رسنيك، ومخايل سميث. وفي الصورة مشهد للنيران المشتعلة.

التغلب على الجاذبية: يشكّل التغلب على الجاذبية أكبر مشكلة تواجه الرحلة الفضائية. وتعطي الجاذبية كل شيء على الأرض ثقله، وتجعل الأجسام الساقطة بحرية تزيد سرعتها في اتجاهها إلى الأسفل. على سطح الأرض، يبلغ التسارع الناتج عن جاذبية الأرض حوالي ١٠ أمتار بالثانية كلّ ثانية.

يساعد صاروخ قويّ يُعرف بمركبة الإقلاع، المركبة الفضائية على التغلب على جاذبية الأرض. وتشتمل جميع مركبات الإطلاق على قطعتين صاروختين أو أكثر تُعرف بالطبقات. يجب أن تؤمّن الطبقة الأولى ما يكفي من الدفع (القوة الدافعة) لمغادرة سطح الأرض. ولتحقيق ذلك، يجب أن يكون دفع المعزّز أكبر من وزنه. تسرع القوة الزائدة (أي الدفع ناقص وزن المركبة) المركبة الفضائية وترفعها في الجو. ويؤكّد المعزّز الدفع بحرق الوقود ثمّ طرد الغازات. تعمل محرّكات الصاروخ بمزيج خاصّ يُدعى الوقود الداسر. ويتألّف الوقود الداسر من وقود صلب أو سائل ومؤكسيد، وهي مادة تؤمّن الأكسجين اللازم لجعل الوقود يحترق في الفضاء الخارجي العديم الهواء. وكثيراً ما يُستعمل الأكسجين السائل كمادّة مؤكسدة.

ويُطلق اسم السرعة المدارية على أدنى سرعة لازمة للتغلب على جاذبية الأرض والبقاء في الفضاء. بمعدّل تسارع ثلاثة أضعاف التسارع الناتج عن الجاذبية، تصل المركبة إلى السرعة المدارية بحوالي ٩ دقائق. وعلى ارتفاع ١٩٠ كيلومتراً، تكون السرعة اللازمة للمركبة الفضائية، لكي تحافظ على السرعة المدارية وتبقى بالتالي في المدار، حوالي ٨ كيلومترات بالثانية.

في الكثير من إطلاقات الصواريخ، تنقل شاحنة أو جرّار الصاروخ وحمله الآخر (حمولته) إلى منصّة الإطلاق. وعند منصّة الإطلاق، يُنقل الصاروخ إلى موقعه فوق حفرة اللهب، ويحمّل العمّال الوقود الداسر في الصاروخ بواسطة أنابيب خاصّة.

عند وقت الإطلاق، تشتعل محرّكات الطبقة الأولى من الصاروخ حتى يفوق دفعها المشترك وزن الصاروخ. ويتسبّب الدفع بارتفاع المركبة من منصّة الإطلاق. وإذا كان الصاروخ من الطراز الكثير الطبقات، تسقط الطبقة الأولى بعد ذلك ببضع دقائق، بعد استنفاد وقودها الداسر. عندئذ تبدأ محرّكات الطبقة الثانية بالإشتعال، وبعد بضع دقائق، تنفد هي أيضاً من الوقود الداسر وتسقط الطبقة الثانية بدورها. وإذا لزم الأمر،

يُطلق صاروخ صغير في الطبقة العليا حتى يتمّ بلوغ السرعة المدارية.

يختلف إطلاق المكوّن الفضائي إلى حدّ ما. ويحمل المكوّن معزّرات تعمل بالوقود الداسر الصلب إضافة إلى محرّكاته الصاروخية الرئيسية، التي تحرق وقوداً داسراً سائلاً. وتوفّر المعزّرات، بالإشتراك مع المحرّكات الرئيسية، الدفع اللازم لإطلاق المركبة من منصّة الإطلاق. بعد أقلّ بقليل من دقيقتين على إطلاق المكوّن، تنفصل المعزّرات عن المكوّن وتعود إلى الأرض بواسطة المظلة. تستمرّ المحرّكات الرئيسية بالإشتعال حتى يصل المكوّن تقريباً إلى السرعة المدارية. وتدفع محرّكات صغيرة المكوّن باقي المسافة للوصول إلى السرعة المدارية.

ل للوصول إلى ارتفاع أكبر، يجب أن ينطلق صاروخ آخر في المركبة ليزيد من سرعتها. وعندما تبلغ المركبة الفضائية سرعة أكبر بنسبة ٤٠٪ من السرعة المدارية، تتحقّق سرعة الإفلات، وهي السرعة اللازمة للتححرّ من جاذبية الأرض.

العودة إلى الأرض: تواجه العودة إلى الأرض مشكلة خفض السرعة المرتفعة للمركبة الفضائية. ولتحقيق ذلك، تستعمل المركبة الفضائية الدائرة في مدار الأرض صواريخ صغيرة تعيد توجيه خطّ الطيران في وجهة جديدة تقود المركبة لدخول طبقات الجوّ العليا. وتُعرف هذه العملية بالإنزال من المدار. وتوجه أيضاً المركبة الفضائية العائدة إلى الأرض من القمر، أو من أي كوكب آخر، خطّ طيرانها بحيث تنزل إلى طبقات الجوّ العليا. ثمّ توفّر مقاومة الهواء باقي التباطؤ (تخفيف السرعة) اللازم.

في السرعات الهائلة التي تدخل بها المركبة الفضائية في الجوّ قادمة من الفضاء، لا يستطيع الهواء الإنبعاد عن طريق المركبة المندفعة بالسرعة اللازمة. فتتكدّس جزيئات الهواء أمام المركبة الفضائية وتصبح مضغوطة بشدّة. ويؤدّي هذا الإنضغاط إلى تسخين الهواء إلى درجة حرارة تتجاوز ٥٥٠٠ مئويّة، أي أكثر حرارة من سطح الشمس. إنّ هذه الحرارة التي تغلّف المركبة الفضائية قادرة على حرق أي مركبة غير محميّة في ظرف ثوان. وتسمح الصفائح العازلة المكوّنة من ألياف الكوارتز والملصقة على الهيكل الخارجي لبعض المركبات الفضائية بخلق درع حراريّ (أو جوال

حراريّ) يحمي المركبة من الحرارة الرهيبة. ويمكن أيضاً استعمال التبريد. وقد حملت المركبات الفضائية الأولى دروعاً متدريّة تمصّ الحرارة بالإشتعال، طبقة تلو طبقة، والتبيخر.

ويعتقد الكثير من الناس أنّ غلاف المركبة الفضائية يسخن نتيجة احتكاكه بالهواء، لكنّ هذا الاعتقاد غير صحيح عمليّاً. فالهواء رقيق جدّاً، وسرعته فوق سطح المركبة أقلّ من أن تتسبّب بقدر كاف من الاحتكاك.

بالنسبة للمسابير غير المأهولة، يمكن أن تكون قوى التباطؤ كبيرة جدّاً وتبلغ ٦٠ إلى ٩٠ ضعف قيمة التسارع الناتج عن الجاذبية، وتتراوح مدّة التباطؤ بين ١٠ و ٢٠ ثانية تقريباً. أمّا المكوّن الفضائي فيستعمل أجنحته للانزلاق فوق الغلاف الجوّي والدخول فيه تدريجيّاً بحيث تتجاوز مدّة التباطؤ ١٥ دقيقة.

بعدها تفقد المركبة الفضائية الكثير من سرعتها، تسقط ذاتيّاً في الهواء. وتقوم المظلات بإبطاء المركبة بشكل أكبر، ويمكن أيضاً إشعال صاروخ صغير في الثواني الأخيرة من الهبوط لتخفيف صدمة النزول على الأرض. ويستعمل بعض المركبات

الفضائية، ومنها المكوّن الفضائي، أجنحتها للانزلاق إلى مهبط والهبوط مثل الطائرة. وقد استعملت الكبسولات الفضائية الأميركية الأولى خاصيّة تهديد الصدمات التي يتمتع بها الماء ونزلت في المحيط.

العيش في الفضاء

عندما يدور الناس حول الأرض أو يسافرون إلى القمر، يجب أن يعيشوا موقفاً في الفضاء. وتختلف الظروف في الفضاء، إلى حدّ بعيد، عن الظروف السائدة على الأرض. لا يحتوي الفضاء على أي هواء وتصل درجات الحرارة فيه إلى درجات قصوى من الحرّ والبرد. وتطلق الشمس أيضاً إشعاعات خطيرة. كما أنّ أنواعاً مختلفة من الموادّ تشكّل مصدر خطر في الفضاء. فعلى سبيل المثال، تهدّد جسيمات الغبار، المعروفة بالجسيمات النيزكية المجهرية، المركبات الفضائية باصطدامات مدمرة بسرعات عالية. يمكن أن تتضرّر المركبة أيضاً من بقايا (أو نفايات) رحلات فضائية سابقة.

على الأرض، يعمل الجوّ كدرع طبيعيّة ضدّ الكثير من هذه الأخطار. ولكن في الفضاء، يحتاج رواد الفضاء والتجهيزات إلى أشكال أخرى من الوقاية. ويجب أن

يتحمّلوا أيضاً التأثيرات الجسدية للسفر الفضائيّ ويحموا أنفسهم من قوى التسارع الكبيرة أثناء الإطلاق والهبوط. ويجب أيضاً تلبية الحاجات الأساسية لرواد الفضاء في الفضاء الخارجي. وتشتمل هذه الحاجات التنفّس والأكل والشرب وطرح فضلات الجسم والنوم.

الحماية من أخطار الفضاء

توصّل المهندسون بالتعاون مع الخبراء في الطبّ الفضائيّ إلى إزالة الأخطار المعروفة الناتجة عن العيش في الفضاء أو تخفيفها إلى حدّ بعيد. تتمتع المركبات الفضائية عادة ببدن مزدوج يحميها من الصدمات. فالجسم الذي يضرب البدن الخارجي يتحمّل، ولا يلحق بالتالي أي ضرر بالبدن الداخليّ.

تجري حماية رواد الفضاء من الإشعاع بعدد من الطرق المختلفة. تبقى الرحلات إلى مدار الأرض في مناطق محميّة طبيعيّاً، مثل حقل الأرض المغنطيسيّ. وتحمي المرشّحات الموضوعة على نوافذ المركبة الفضائية رواد الفضاء من الأشعّة فوق البنفسجية المبهرة.

ويجب حماية الطاقم أيضاً من الحرارة الشديدة والآثار الفيزيائية الأخرى للإطلاق

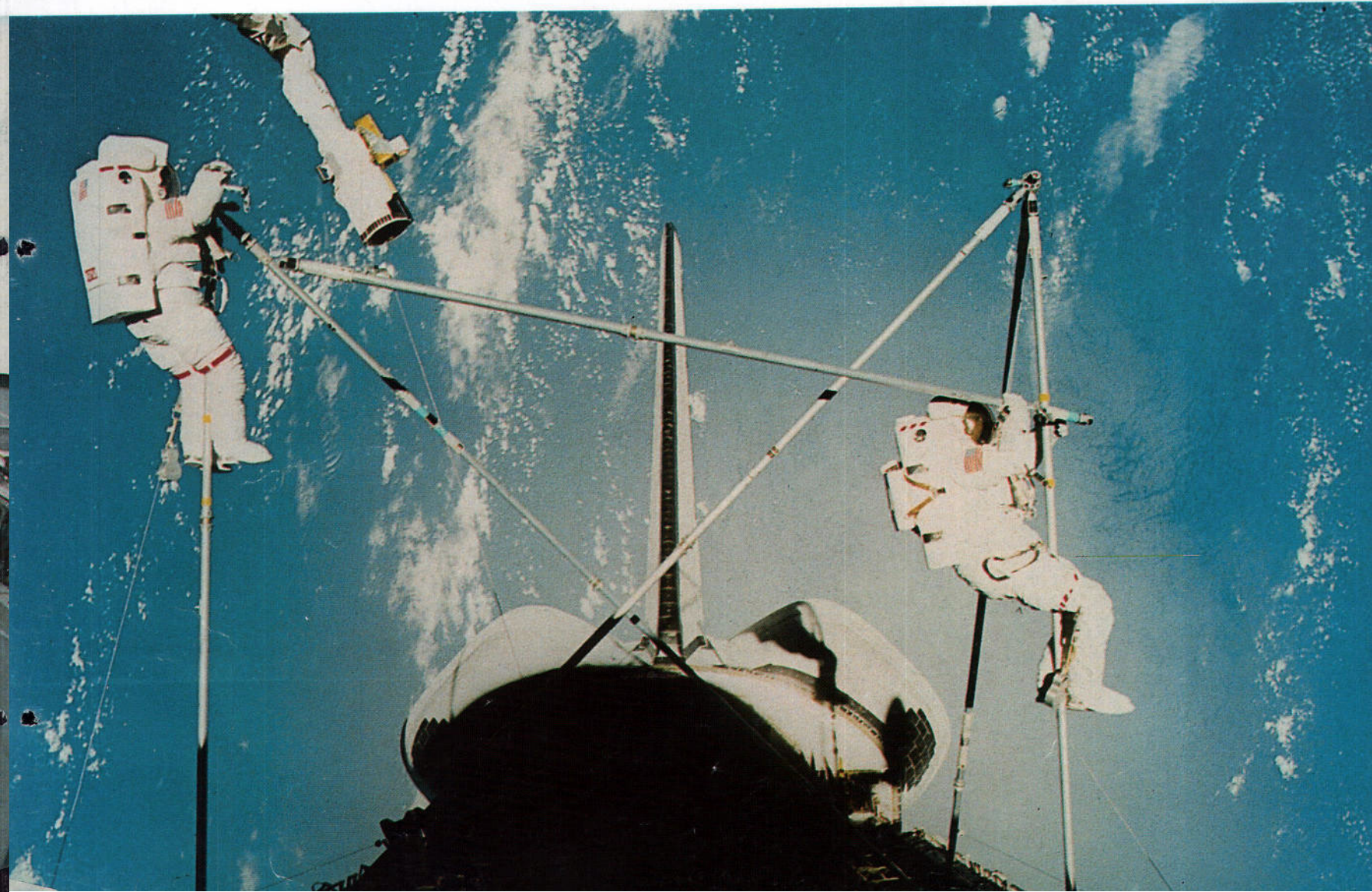
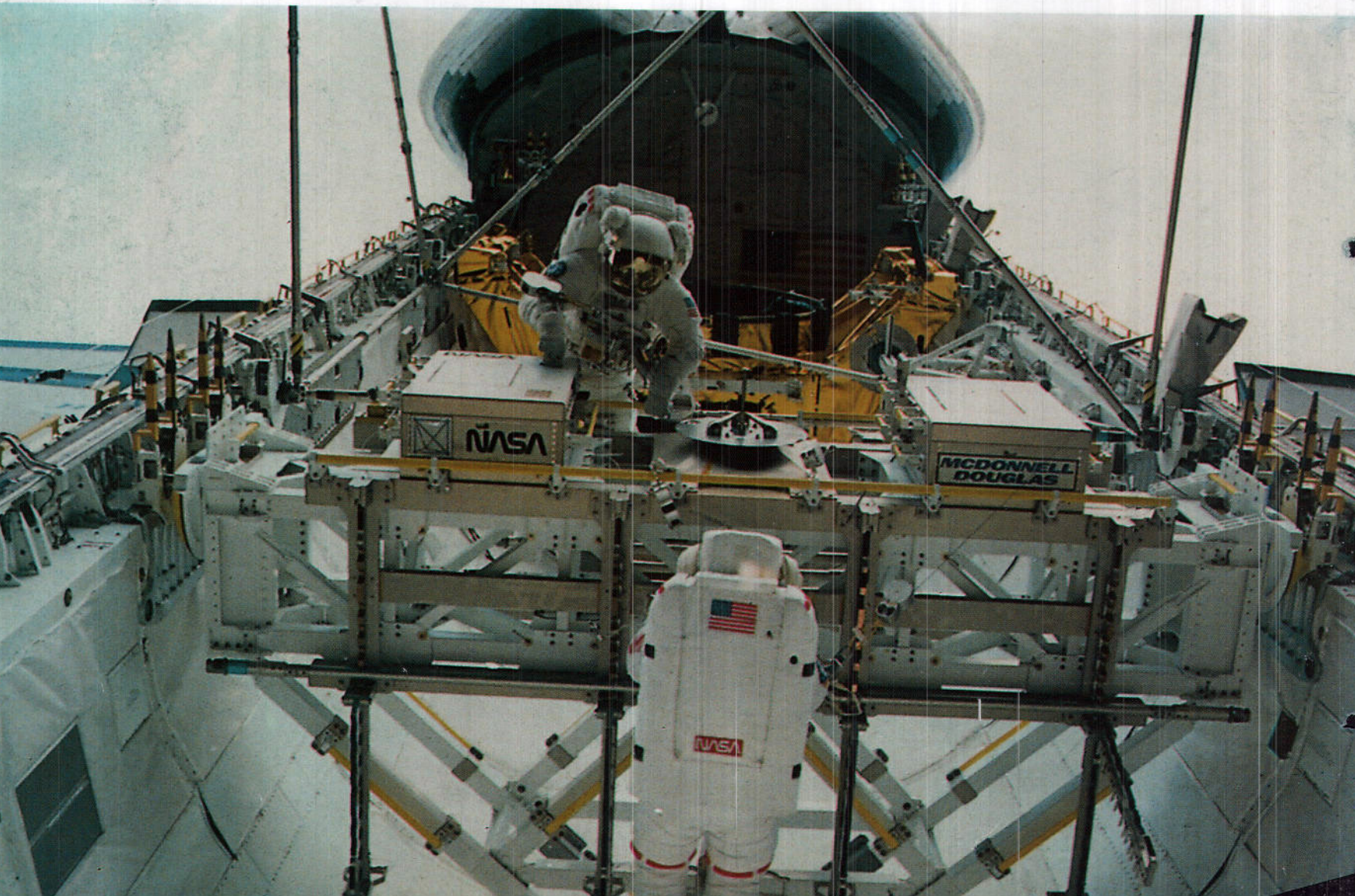
والهبوط. وتحتاج المركبات الفضائية إلى درع حراريّ لمقاومة درجات الحرارة المرتفعة، وبنية قويّة لتحمل قوى التسارع الساحقة. إضافة إلى ذلك، يجب أن يجلس رواد الفضاء بطريقة تحول دون جذب كتلة الدم في الجسم من الرأس باتجاه الجزء السفلي من الجسم، الذي يستبّ الدوار أو فقدان الوعي.

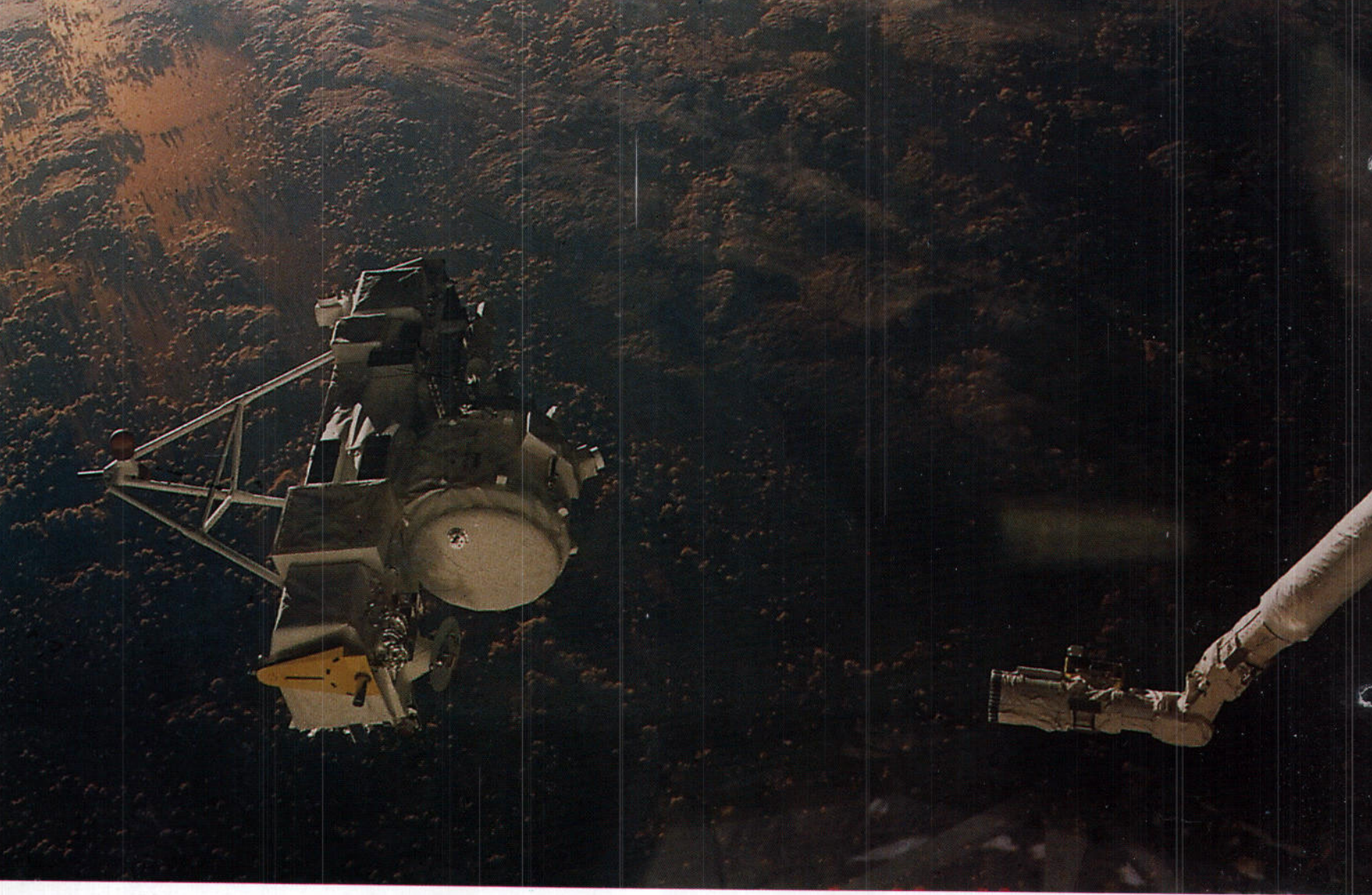
على متن المركبة الفضائية، ترتفع درجات الحرارة بسبب الحرارة التي تطلقها الأجهزة الكهربائية وأجسام أفراد الطاقم. وتنظّم مجموعة من الأجهزة تُعرف بنظام التحكم الحراريّ درجة الحرارة في المركبة. ويضخّ هذا النظام السوائل المسخّنة بفعل محيط القمر في مشعّات إطارية، تطلق الحرارة الزائدة في الفضاء. ويُعاد ضخّ السوائل المبرّدة في ملفّات (أو وشائح) داخل القمر.

الجاذبية الصغريّة

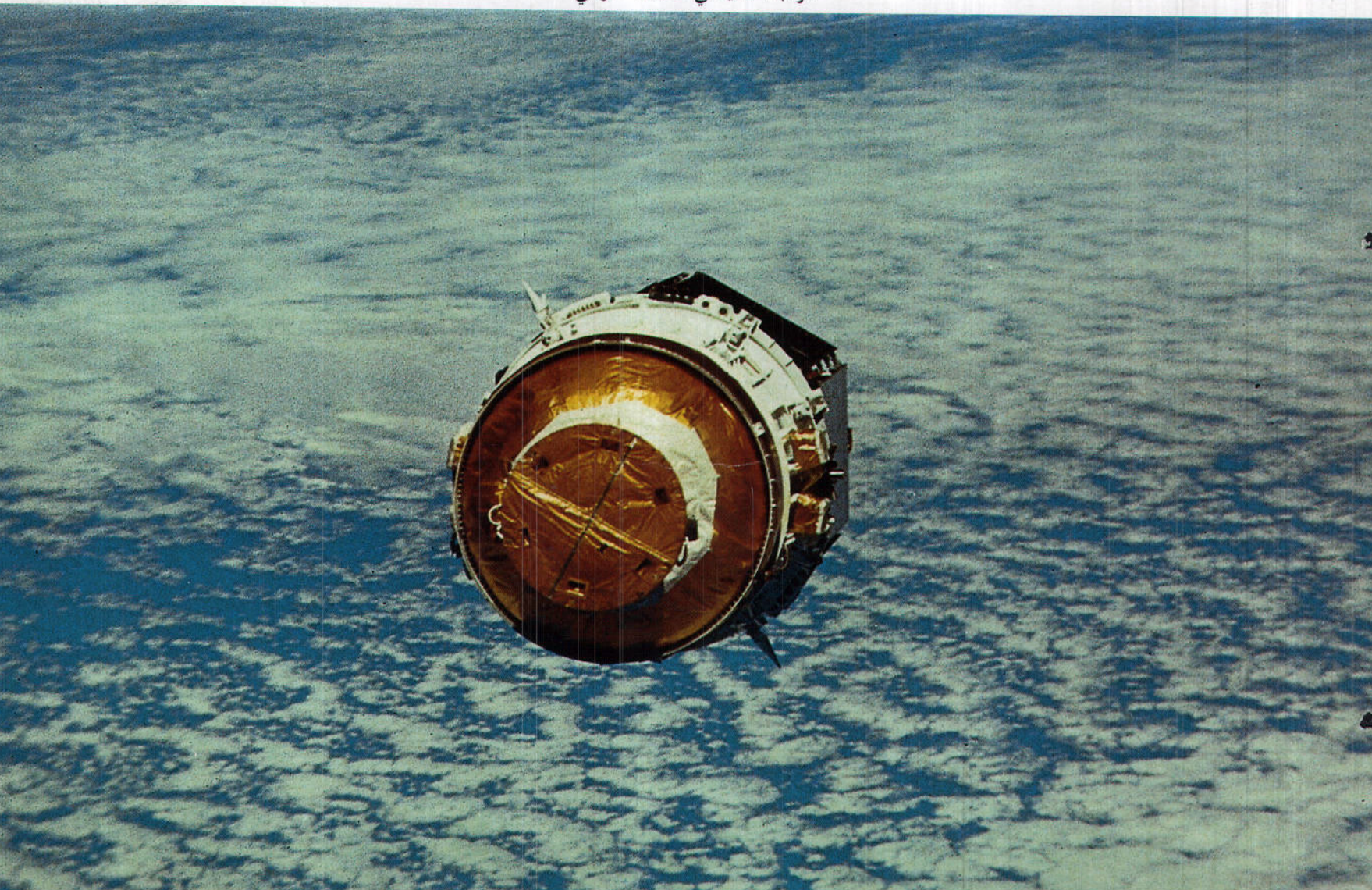
عندما تصبح المركبة الفضائية في مدار الأرض، تختبر مع كلّ ما يوجد بداخلها حالة تُعرف بالجاذبية الصغريّة. فالمركبة وجميع محتوياتها تسقط ذاتيّاً (بالسقوط الذاتيّ أو الطليق)، ما يؤدّي إلى الطفو في حالة انعدام وزن ظاهريّة على متن المركبة الفضائية. لهذا السبب، تُعرف الجاذبية

مشهد للآلات المعقّدة داخل المكوّن الفضائيّ





التقنية في الفضاء



مركبة فضائية في الفضاء الخارجي

رواد الفضاء درّاجات التمرين وطواحين الدّوس ويقومون بأنواع أخرى من الأنشطة الجسدية.

بعد قضاء عدّة أشهر في الفضاء، تتسبب عملية تُعرف بإزالة التمدن بإضعاف العظام. ويعتقد معظم الأطباء أنّ زوال التمدن ناتج عن انعدام الضغط على العظام في البيئة العدمية الوزن. وقد أظهرت تجارب رواد الفضاء السوفيات الذين أمضوا فترات طويلة من الزمن في مدار الأرض أنّ التمرين الجسديّ القويّ واعتماد نظام غذائيّ خاصّ يمكن أن يخفّض زوال التمدن إلى أقصى حدّ ممكن.

تلبية الحاجات الأساسية في الفضاء

تحتوي المركبات الفضائية المأهولة على أنظمة داعمة للحياة مصمّمة لتلبية جميع الاحتياجات الجسدية لأفراد الطاقم. إضافة إلى ذلك، يستطيع رواد الفضاء حمل أنظمة داعمة للحياة منقولة في حقائب ظهر عندما يعملون خارج المركبة الرئيسية.

التنفّس: يجب أن تحتوي المركبة الفضائية المأهولة على مصدر للأكسجين لكي يتمكن الطاقم من التنفّس، وعلى وسيلة للتخلّص من ثاني أكسيد الكربون الذي يفرّه الطاقم.

المسافرين في الفضاء من غثيان مستمرّ يترافق أحياناً بالتقيؤ. ويعتقد معظم الخبراء أنّ «داء الفضاء»، الذي يُطلق عليه اسم «متلازمة التلاؤم على الفضاء»، هو ردّ فعل طبيعيّ لجسم الإنسان على حالة انعدام الوزن. ويمكن أن تخفّف الأدوية التي تُعطى عادة لمنع داء الحركة، أعراض «متلازمة التلاؤم على الفضاء»، وتزول الحالة عادة بعد بضعة أيّام.

وتتسبب أيضاً الجاذبية الصغرى بتشويش الجهاز الدهليزي عند رائد الفضاء - أي أعضاء التوازن في الأذن الداخلية - إذ أنّها تحول دون إحساسه بالاختلافات في الاتجاه. بعد بضعة أيّام في الفضاء، يتجاهل الجهاز الدهليزيّ جميع الإشارات التوجيهية. وبعد عودة رائد الفضاء بفترة وجيزة إلى الأرض، تستأنف أعضاء التوازن عملها الطبيعيّ.

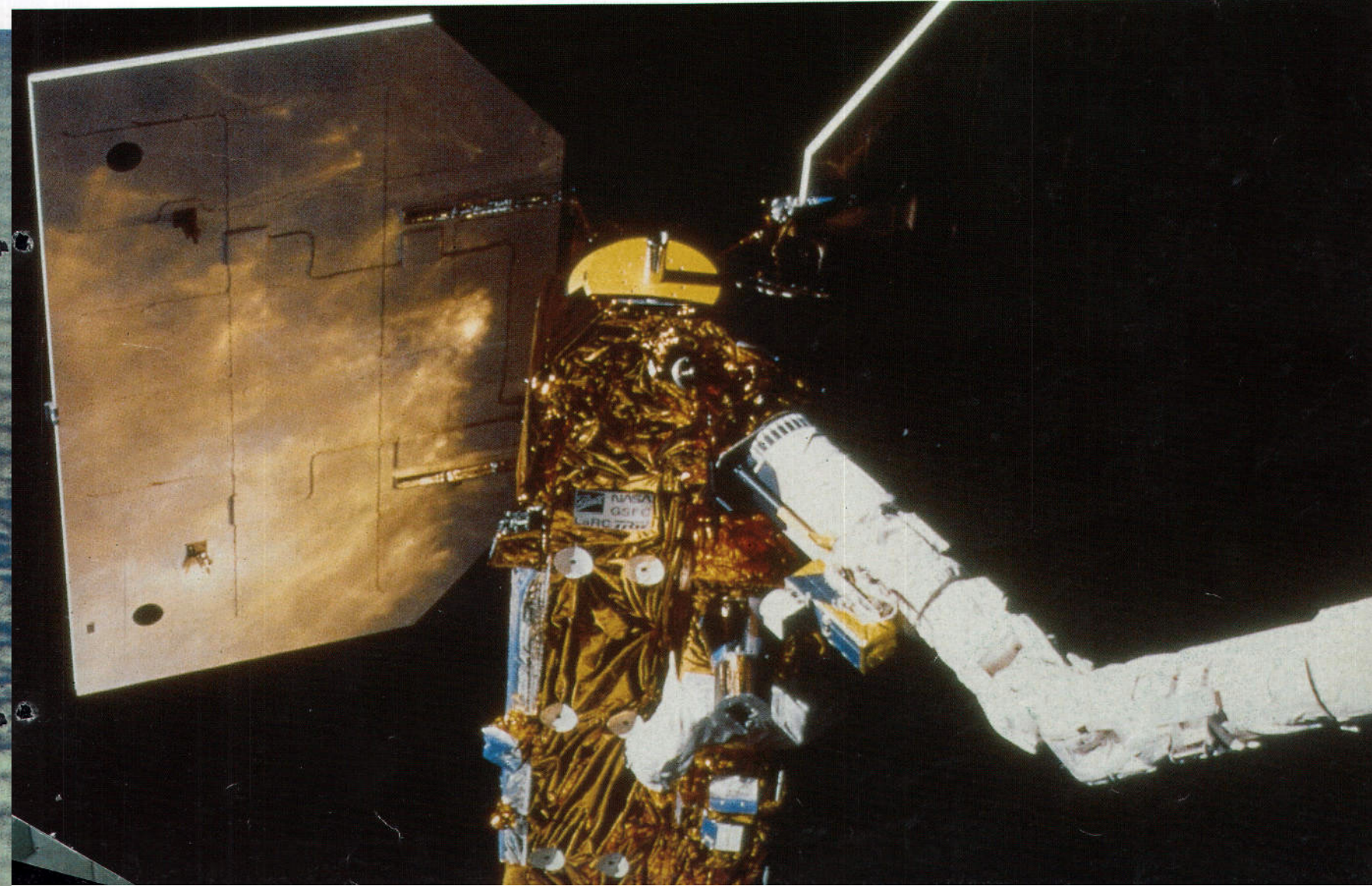
على مدى أيّام أو أسابيع، يتعرض جسم رائد الفضاء لخفض التكيف. في هذه العملية، تضعف العضلات بسبب عدم استعمالها ويصاب القلب والأوعية الدموية بـ«الكسل». وتساعد التمارين البدنية القاسية على الحؤول دون خفض التكيف. يستعمل

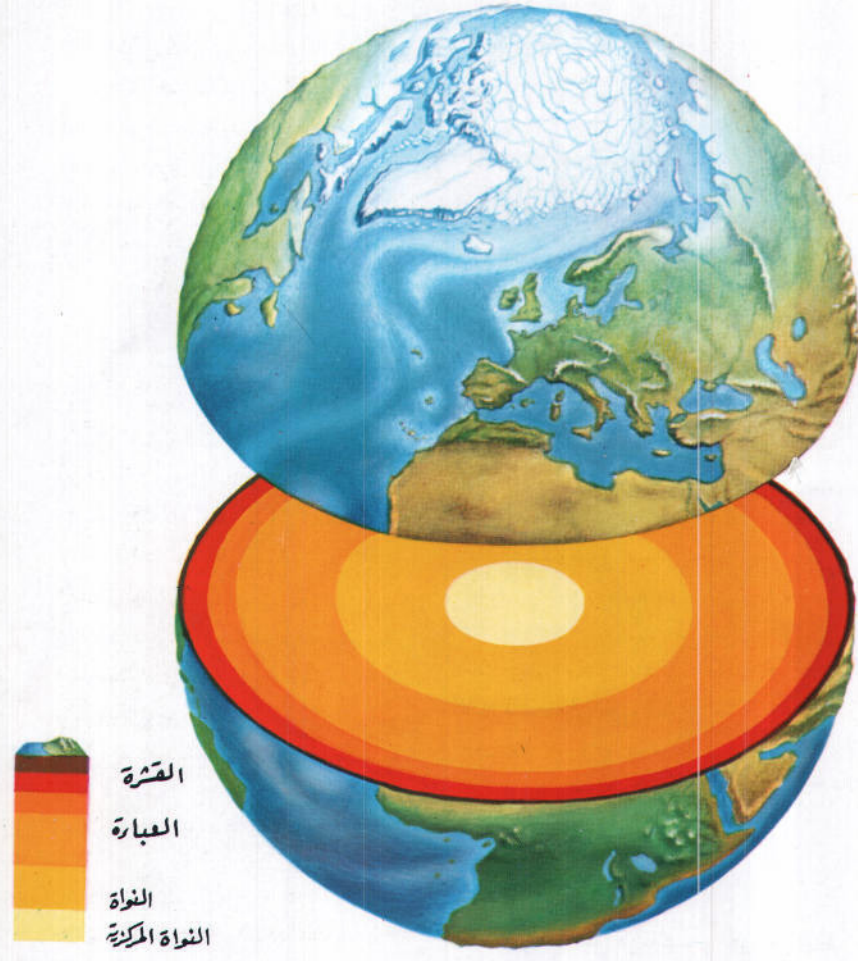
الصغرى بالجاذبية صفر. إلّا أن كلا التعبيرين غير دقيقين. إنّ الجاذبية في المدار أقلّ بشيء لا يُذكر من الجاذبية على الأرض. وتسقط المركبة الفضائية ومحتوياتها بشكل متواصل باتجاه الأرض. ولكن، نظراً للسرعة الهائلة التي تتقدّم بها المركبة، ينعطف سطح الأرض مبتعداً مع سقوط المركبة باتجاهه. ويبدو أنّ السقوط المستديم يلغي وزن كلّ شيء داخل المركبة الفضائية. ولهذا السبب، يُطلق أحياناً على هذه الحالة اسم انعدام الوزن.

للجاذبية الصغرى تأثيرات كبيرة على الطاقم وعلى التجهيزات. فعلى سبيل المثال، إنّ الوقود لا يخرج من المستوعبات في حالة انعدام الوزن، لذا فمن الضروريّ طرده إلى الخارج بواسطة غاز موضوع تحت ضغط مرتفع. لا يرتفع الهواء الساخن في حالة انعدام الوزن، لذا فإنّ جريان الهواء يجب أن يُحقّ بواسطة مراوح. وتطفو جسيمات الغبار وقطّيرات الماء في أنحاء القمر، ولا تستقرّ إلّا في مرشّحات على المراوح.

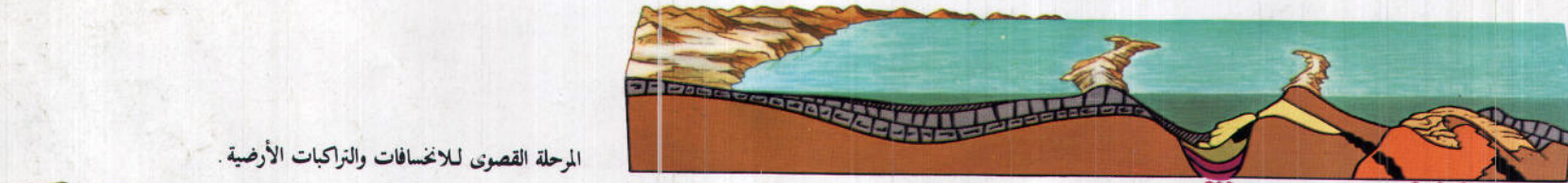
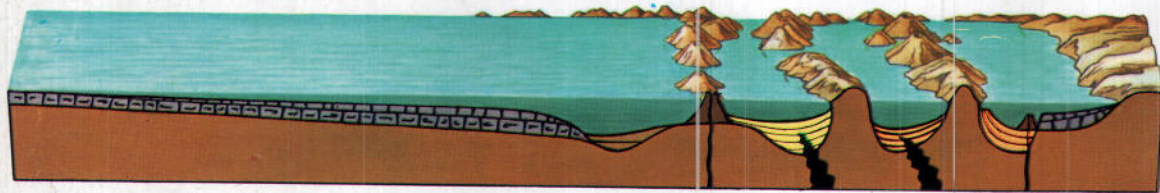
يستجيب جسم الإنسان للجاذبية الصغرى بطرق كثيرة. في الأيام الأولى من الرحلة الفضائية، يعاني حوالي نصف

مشهد لمكوّن فضائي وذراع روبرت





كيفية تكوين الوحدات الجغرافية الكبرى	
صخور بركانية هبست في الانخفاضات العميقة	قاعدة قديمة الكريستالينا بالانخفاضات
براكيت	ترسبات كلسية وطينية مانيك
صخور جرانيتية دفينية	ترسبات بحرية سمكية، هبست تتألف من طبقات رملية واخضرية شائعة
صهارة وبنيت الصخر الميتامورفية المدفونة في الجرانيت	قصور رسوبية ترسبت في الانخفاضات عميقة
ترسبات قارية (هبت وقشرة) ناجمة عن تآكل السلاسل الجبلية	
ترسبات حديثة في المناطق المجددة الانخفاضات	



العصور الجيولوجية وجيومورفولوجية الأرض

ينقسم تاريخ الأرض المعروف إلى ثلاث فترات طويلة جداً من الزمن تُعرف بالآباد أو الدهور، وهي من أقدمها إلى أحدثها: السحيق Archean والفجري Proterozoic والحياة الظاهرة Phanerozoic. ويُجمع الدهران الأولان، اللذان داما معاً نحو 4 مليارات سنة، في وحدة تُعرف بالقلمبري. أما دهر الحياة الظاهرة، الذي أصبحت الحياة فيه وافرة، فيقسم إلى ثلاثة دهور، هي من أقدمها إلى أحدثها: القديم والوسيط والحديث. وتُقسم هذه الدهور إلى عصور، وتُقسم العصور بدورها إلى أحيان. وتُسمى هذه الأقسام والقسميات استناداً إلى المراحل المختلفة في تطوّر الحياة، كما تبيّنها الأحافير. ولهذا السبب، فإنّ الدهور والعصور والأحيان غير متساوية في الطول.

الدهر

في الجيولوجيا، الدهر هو أطول التقسيمات الزمنية الرئيسية، ويُقسم بدوره إلى عصور وأحيان. وقد بدأ الدهر الحالي، أو الدهر الحديث، وهو أقصر الدهور على الإطلاق، منذ حوالي 65 مليون سنة.

العصر

في الجيولوجيا، العصر هو الوحدة الأساسية لجدول الأزمنة الجيولوجية؛ وخلال هذه الفترات الزمنية، تكونت أنظمة صخرية محدّدة.

الحين

وحدة من الزمن الجيولوجي تتربّب خلالها مجموعة من الصخور، وهي تُسمّى من العصر الجيولوجي.

الأرجح قواعد دائمة على المريخ وعلى فوبوس.

يشبه مناخ الأرض مناخ المريخ أكثر من أي كوكب آخر. فإذا كان للمريخ المزيد من الهواء وكان أقل برودة لأصبح شبيهاً جداً بالأرض. وقد يتمكن المهندسون في القرون المقبلة من رفع درجات الحرارة على سطح المريخ، باستعمال مرايا شمسية هائلة. وقد يتمكنون أيضاً من جلب مواد من حزام الكويكبات لتكثيف الهواء. وهكذا، قد يتغيّر مناخ المريخ بحيث يتمكن الإنسان من العيش على الكوكب من دون أي أجهزة داعمة للحياة. وتُعرف هذه العملية بـ«تشكيل الأرض».

ويتخيل بعض أصحاب الرؤى زمناً حيث يعيش ويعمل عدد كبير من البشر في الفضاء. كما يتصوّرون أشخاصاً يولدون ويعيشون ويموتون دون أن تطأ أرجلهم الأرض. ويعتقد هؤلاء أنّ المستعمرات الفضائية في المدار أو على الكواكب المعدلة قد تؤمن السكن لملايين الناس. وفي وقت ما من المستقبل البعيد، قد يصبح عدد البشر الذين يعيشون في الفضاء أكبر من عدد الذين يعيشون على سطح الأرض.

والأشرطة وألعاب الكمبيوتر. كما يقوم رواد الفضاء بالكثير من التمارين البدنية القاسية.

برنامج رواد الفضاء للهبوط واستكشاف سطح المريخ

قد يكون للرحلات الفضائية إلى المريخ الكثير من الأهداف العلمية. فعلى سبيل المثال، إنّ دراسة مناخ المريخ قد تساعد العلماء على التنبؤ بالتغيرات المناخية على الأرض. وبسطيع رواد الفضاء في ما بعد حفر تربة المريخ والفلنسوتين القطبيتين لأخذ عينات عميقة تساعد العلماء في بحثهم. ولا بدّ أن تزودنا جيولوجيا المريخ بالمعلومات حول تاريخ النظام الشمسي. ولا شك في أنّ الرحلات إلى المريخ سوف تبحث أيضاً عن الحياة، أو عن آثار مستحفزة لأشكال حياة منقرضة.

وسوف يتمّ الإفلاع عن سطح المريخ بطريقة مشابهة جداً لانطلاق المركبة الفضائية من سطح القمر. ولا بدّ أن تلتحم المركبة التي تهبط على المريخ بالمركبة الرئيسية في الفضاء للعودة إلى الأرض. وبعد الرحلات الأولى إلى المريخ، سوف تنشأ على

بمناشف مبلولة. وكان رواد الفضاء في المحطات الفضائية الأولى يستعملون مجخيرة دسّ بلاستيكية قابلة للطّي ومغلقة من جميع الجهات. وقد سمح ذلك لرواد الفضاء برشّ جسمهم بالماء، ثم يُخوّن (يفرغون) المجخيرة ويجفّفون أنفسهم بالمنشفة. وتحتوي المحطات الفضائية الحديثة على مجخيرات دائمة.

النوم: يمكن أن ينام رواد الفضاء في أكياس نوم خاصة مزوّدة بأربطة أو أحزمة تقيهم على السطح الطري وعلى الخدّة. لكنّ معظم رواد الفضاء يفضلون النوم طافين في الهواء، مع استعمال بعض الأربطة للحؤول دون ارتدادهم في أنحاء القمرة. ويمكنهم أن يستعملوا عصاية للعينين لحجب ضوء الشمس الذي يتدفق دورياً من النوافذ أثناء الدوران حول الأرض. وتكون عادة مدّة النوم في الفضاء مساوية تقريباً لمدّة النوم على الأرض.

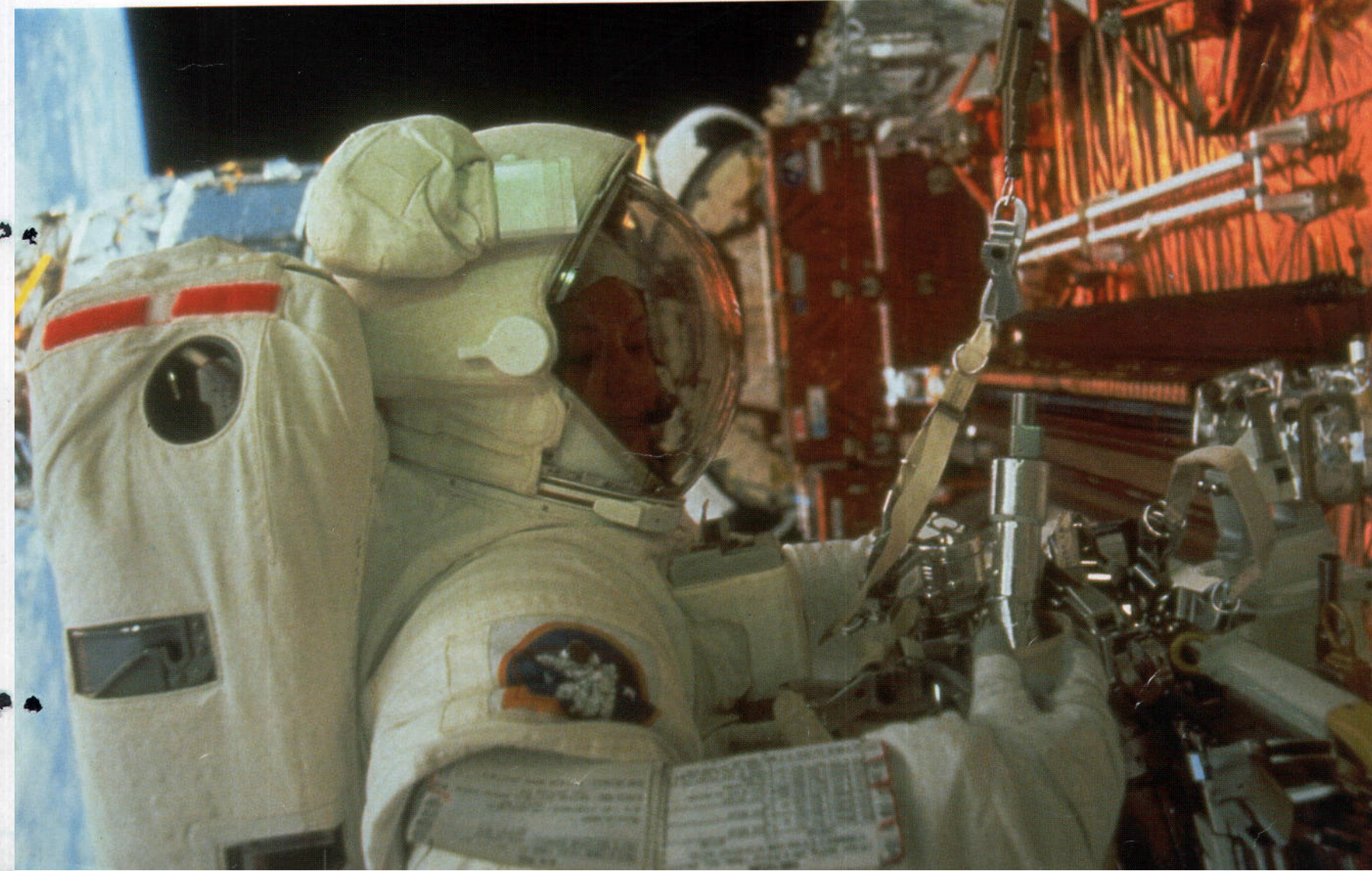
الترفيه: الترفيه مهم جداً بالنسبة لصحة رواد الفضاء الذهنية في الرحلات الفضائية الطويلة. ويحبّ رواد الفضاء صرف الوقت في النظر إلى المشاهد من نافذة المركبة الفضائية. وتحتوي المحطات الفضائية على مجموعات صغيرة من الكتب

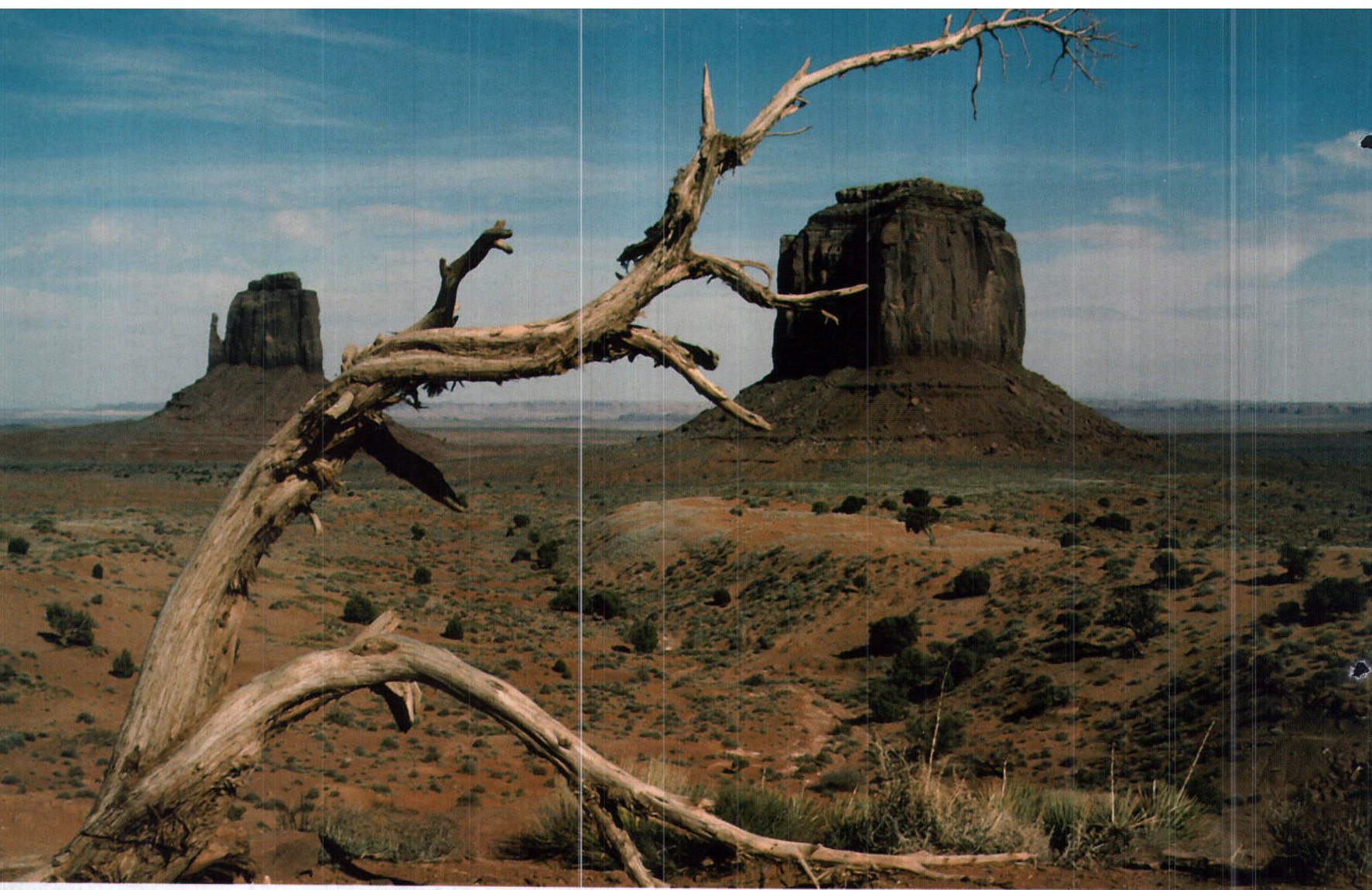
وتشكّل مياه الشفة متطلباً هاماً للرحلة الفضائية. على متن المكوّن الفضائي، نجد أجهزة تُعرف بخلايا الوقود تنتج ماء نقيّاً مع توليدها الكهرباء اللازمة للمركبة الفضائية. في الرحلات الطويلة، يجب تدوير الماء وإعادة استعماله أكبر عدد ممكن من المرات. وتزيل مجفّفات الهواء الرطوبة من الهواء الذي يجري زفره، ويُعاد استعمال هذا الماء عادة للاغتسال.

التخلّص من فضلات الجسم: يشكّل جمع فضلات الجسم والتخلّص منها في حالة انعدام الوزن، تحديّاً كبيراً في الرحلات الفضائية. ويستعمل رواد الفضاء لهذا الغرض جهازاً شبيهاً بكرسيّ المراض. يخلق مجرى هوائي حركة امتصاص تنقل الفضلات إلى مستوعب للجمع تحت الكرسي. وفي المركبات الفضائية الصغيرة، يستعمل أفراد الطاقم أقناعات للبول وأكياساً بلاستيكية للغائط (الفضلات الصلبة). وعندما يعمل رواد الفضاء خارج المركبة، يحملون في بزّاتهم تجهيزات خاصة لاستيعاب فضلات الجسم.

الاستحمام: إنّ أبسط طريقة للاستحمام على متن المركبة الفضائية هي مسح الجسم

رائدة الفضاء كاترين ثورنتون تعمل بالمعدات في المكوّن الفضائي





القبكمبريّ (Precambrian)

القبكمبري فترة من الزمن شهدت بداية التاريخ الجيولوجي وبداية تكوين الصخور. بدأ القبكمبري حوالي أربعة مليارات سنة قبل الزمن الحالي، وانتهى منذ حوالي ٥٧٠ مليون سنة. ويعود تكوّن أقدم الصخور المعروفة على الأرض إلى ٤,٠٣ مليارات سنة خلت. وقد وُجدت الصخور القبكمبرية في كندا واسكندنافيا وأفريقيا والبرازيل وغرب أستراليا وشرق قارة القطب الجنوبي.

ومع أنّ عمر الأرض قد تحدّد بـ ٤,٦ مليارات سنة، فإنّه لم يُعثر بعد في السجلّ الصخريّ على أيّ دليل على الـ ٦٠٠ مليون سنة الأولى من تاريخ الأرض. ويبقى السجلّ الجيولوجيّ القبكمبريّ، الموجود في الصخور المتبقية، سجلاً متفرّقا متناثراً. ويستعمل علماء الأرض السجلّ الصخريّ المتبقيّ لوضع الفرضيات والنظريّات حول أصل الكون.

خلال القبكمبريّ، بدأت القارّات بالتشكّل والامتداد بفعل آليّة شبيهة بما يُعرف اليوم بتكتونيّة الصفائح. وخلال هذه الفترة أيضاً، بدأت المحيطات والحوّ بالتكوّن من الغازات المنفلتة من داخل الأرض نصف السائل والشديد الحرارة. وقد تكون الحياة بدأت على شكل جراثيم بدائيّة منذ ما يرقى إلى أربعة مليارات سنة، في الينابيع الحارّة على قاع البحر.

ويُقسم القبكمبريّ إلى أبدين أو دهرين: السحيق، وبدأ منذ حوالي أربعة مليارات سنة؛ والفجريّ، وبدأ منذ حوالي مئليارين ونصف مليار سنة واستمرّ حتى بداية العصر الكمبريّ منذ حوالي ٥٧٠ مليون سنة.

المنطقة السحيقة (The Archean Region)

حُفِظَت صخور الدهر السحيق، وهي أقدم الصخور المعروفة على الأرض، على شكل كتل من القشرة القاريّة القديمة منطمرة في قشرة أحدث تكويناً تشكّلت في الدهر السحيق المتأخّر. وأقدم الصخور المعروفة هي نايس أكاستا (جرانيت مشوّه) في منطقة يلونايڤ في شمال غرب كندا، وقد تمّ تحديد تاريخ تكوينها بـ ٤,٠٣ مليارات سنة خلت، بطريقة النظائر التي تستعمل نظائر من الأورانيوم والرصاص. وتقيس هذه التقنية الكمّيّات النسبيّة من النظير المشعّ ومتنوّج تضاوله لتحديد زمن تشكّل الصخر. والتايس صخر متحوّل، أي إنّّه قد تعرّض للشويّه والتباير من جديد بفعل الحرارة والضغط. ونجد صخوراً قبكمبريّة أخرى، أحدث تكويناً من نايس أكاستا، في جميع القارّات على شكل قطع منعزلة من القشرة القاريّة القديمة.

الصخور والتراكّمات المعدنيّة

تشمل الصخور الرئيسيّة المكوّنة في الدهر السحيق الحجر الأخضر والجرانيت والكومايتيت

والكثير من الصخور الرسوبيّة (المشكّلة من ترسّبات الصخور المتآكلة والبقايا العضويّة). إنّ الحجر الأخضر (يكون عموماً بلون أخضر ضارب إلى الرماديّ) حجر بازلتيّ (صخر بركانيّ تجمّد من الحمم المصهورة) تكوّن تحت سطح البحر وتحوّل في وقت لاحق. أمّا الكومايتيت فهي حمم تحتوي على نسبة مرتفعة من المغنسيوم، وتحتاج إلى درجات حرارة مرتفعة جدّاً لكي تتكوّن. ويشير وجود الكومايتيت إلى أنّه في الزمن الذي تكوّن فيه هذا النوع من الصخور، كانت الأرض أسخن بكثير ممّا هي عليه اليوم. والجرانيت هو صخر بركانيّ دخل في الصخر الأخضر وصدّعه. وتشير الصخور الرسوبيّة، أخيراً، إلى حدوث عمليّات تآكل وتجوية.

وتشمل التراكّمات المعدنيّة (الحامات) ذات الجدوى الإقتصاديّة المشكّلة في الدهر السحيق، النحاس والزنك والنيكل، التي تتواجد جميعها في الحجر الأخضر، والذهب، الذي يتواجد في الجرانيت والصخور الرسوبيّة. إنّ أكثر من نصف الذهب الذي استُخرج من الأرض يأتي من رسابات ويتوترز راند، في جنوب أفريقيا، التي يبلغ عمرها ٣,٩ مليار سنة.

أصل القارّات

يستخدم علماء الأرض نظريّة تكتونيّة الصفائح

والأدلة التي توفّرها صخور الدهر السحيق، لوضع فرضيّة حول كيفيّة تكوّن القارّات. وتشير صخور الكومايتيت المكوّنة في الدهر السحيق إلى أنّ غلاف الأرض (الطبقة الواقعة بين قشرة الأرض ونواتها) كان أسخن بكثير ممّا هو اليوم. يشكّل الحمل الحراريّ الذي يحدث في الغلاف (الحركة الناتجة عن ارتفاع الأجزاء الأكثر حرارة وغوص الأجزاء الأكثر برودة) القوّة المحركة للصفائح؛ وبما أنّ الحرارة كانت أكثر ارتفاعاً في الدهر السحيق، فهذا يعني أنّ الحمل الحراريّ في ذلك الزمن كان أكثر نشاطاً. كبرت القارّات في الدهر السحيق على الأرجح بالطريقة نفسها التي تكبر بها اليوم، ولكن بسرعة أكبر. وتكبر القارّات عند حافّاتها عندما تُكسّط أجزاء من قشرة المحيط بفعل انزلاق الصفيحة المحيطيّة تحت القارّة، أو عندما تتصادم قارّتان وتتصقّان الواحدة بالأخري.

نظراً إلى أنّ أجزاء صغيرة فقط من القشرة القاريّة المشكّنة في الدهر السحيق قد حُفِظَت إلى اليوم، يفترض العلماء أنّ القارّات الأولى كانت أصغر ممّا هي اليوم، وغاصت على الأرجح من جديد في الغلاف نتيجة للإنغراز (عندما تنزل صفيحة أو تغوص تحت صفيحة أخرى عندما تتصادم الصفيحتان). وتتميّز القارّات الحاليّة بخفّتها وقابليّتها للطفو، ما يجعلها غير مثالية للغوص. ومن النتائج الهامّة لتكتونيّة الصفائح المبكرة

يرتفع جبل من الصخر القبكمبريّ في ميناء ريو دي جانيرو في البرازيل.

ويتألّف هذا الجبل المعروف بجبل پاو دي أسوكار (شوجر لوف) من حجر الجرانيت بشكل رئيسي. وفي الصورة مشهد لهذا الجبل.



يؤثّف الحجر الرمليّ المشكّل في الدهر القديم جزءاً من التكوينات الصخريّة في مونيومت قالي في ولايتي يوتا وأريزونا الأميركيتين. وقد أدّت عوامل الحثّ والتجوية إلى تفتت وزوال الصخور التي أحاطت بهذه التكوينات، كما نشاهد في الصورة.

جدّماً من الدهر الفجريّ الباكر. وتشكّل الخطوط في هذا الصخر من طبقات متناوبة: تتكوّن الخطوط الرماديّة من سُوت (صوّان غير نقيّ) يحتوي على الأحافير؛ وتتكوّن الخطوط الحمراء من الهيماتيت (أكسيد الحديد). وتبيّن هذه الصخور أنّها تكوّنت في جوّ خال من الأكسجين. ويفترض الباحثون أنّ الحديد الذوّب الناتج عن تجوية الصخور قد انتقل عبر القارّات، وترسّب في البحار الضحلة حيث تفاعل مع الأكسجين وشكّل الهيماتيت (حديد غير ذوّب) واستقرّ على قاع المحيط.

وتشمل الحامات ذات الجدوى الإقتصاديّة المكوّنة في الدهر الفجريّ، الكروم الموجود في مجتمع بوشفلد (منطقة كبيرة جدّاً من الصخر البركانيّ الفجريّ) في جنوب أفريقيا؛ والأورانيوم والذهب والرصاص من تراكّمات في قوس جزيريّ قديم (سلاسل من الجزر)، موجودة في مناطق الإنغراز.

الأكسجين في الجوّ

بدأت التكوينات الحديديّة المخطّطة بالاختفاء من السجلّ الجيولوجيّ حوالي ١,٧ مليار سنة خلت، وبدأت طبقات حمراء اللون بالظهور مكانها. وهذه الطبقات الحمراء هي صخور رسوبيّة مكوّنة من رمل محتوٍ على الحديد ووحل ناتج عن انحثات الصخور على اليابسة. ويتحدّد الصخر هذا اللون الأحمر لأنّه يحتوي على حديد مؤكسد (صدئ). إنّ وجود هذا الصخر على اليابسة يعني أنّ الصخر الذي تعرّض للحثّ كان في جوّ يحتوي على أكسجين

ويعتقد الباحثون أنّ الجراثيم الأولى حصلت على الطعام (الطاقة)، إمّا بأكل جزيئات عضويّة أو بالتركيب الكيميائيّ، وهو تفاعل كيميائيّ يشمل موادّ كيميائيّة مثل كبريتيد الهيدروجين. ولم تظهر خلايا قادرة على إنتاج طعامها الخاصّ بالتركيب الضوئيّ إلّا منذ حوالي ٣,٦ مليارات سنة. تشكّل الجراثيم الشدويّة أقدم دليل على الكائنات التي تمارس التركيب الضوئيّ، وهي بنى رسوبيّة طبقيّة على شكل قبة مكوّنة من حبيرات من الجراثيم الزرقاء الخيطيّة (وحيدة الخلايا) وترسّبات دقيقة محتجزة.

الدهر الفجريّ (The Proterozoic Eon)

خلال الدهر الفجريّ، انخفضت سرعة ابتعاد الأرض، وبدأت ميكانيكا تكتونيّة الصفائح بالتباطؤ والعمل على نحو مشابه تقريباً لما نشاهده اليوم. تكوّنت سلاسل جبليّة كبيرة عندما تصادمت القارّات في ما بينها. وبينّ السجلّ الجيولوجيّ أنّ طبقات سميكّة متتالية من الحجر الرمليّ الغني بالكوارتز والفلّز الصّفحّيّ والحجر الكلسيّ قد ترسّبت لأوّل مرّة على نطاق واسع فوق القارّات. ويفترض الباحثون أيضاً أنّ القارّات تكثّرت وتشكّلت من جديد عدّة مرّات، خلال الدهر الفجريّ.

الصخور والتراكّمات المعدنيّة

يشكّل الصخر الأحمر والرماديّ المعروف بالتكوين الحديديّ المخطّط تراكماً معدنيّاً مهمّاً

مليار سنة، كانت الخلايا الحقيقية النواة واسعة الانتشار، كما تؤكد الأحافير المجهرية في الصخور الشَّريَّة^(١) المكوَّنة في الدهر الفجريّ. وفي الدهر الفجريّ الوسيط، أصبحت الجراثيم السَّدوية، المتشكَّلة من الجراثيم الزرقاء والرسابات الدقيقة، منتشرة بأعداد أكبر من أيّ وقت آخر. وحوالي مليار سنة قبل الزمن الحاضر، كانت الجراثيم الزرقاء ومجموعة كبيرة ومتنوعة من الحيوانات الأولى (حيوانات وحيدة الخلية) هي الكائنات الحية المسيطرة على سطح الأرض.

بين مليار و٨٠٠ مليون سنة خلت، أصبحت مستويات الأكسجين في المحيطات والجوّ مرتفعةً بشكل كاف لكي تتطوَّر الكائنات الكبيرة الخلايا. ولم تُحفظ تلك الكائنات بشكل جيّد كأحافير، نظراً لطراوة أجسامها؛ ولم يبقَ لنا منها سوى قوالب وأشكال في الصخر. إنّ أوّل الأحافير الفجرية لكائنات كثيرة الخلايا اكتشفها العلماء هي الحيوانات الإدياكارية، التي وُجدت في الأصل في رسابات بحرية (متشكَّلة في المياه الضحلة) في تلال إدياكارا في جنوب أستراليا. ومنذ ذلك الإكتشاف، وُجدت هذه الأحافير في جميع القارّات، ما يشير إلى أنّها كانت واسعة الانتشار في الدهر الفجريّ.

العصر الكمّبريّ (Cambrian Period)

العصر الكمبريّ هو القسم الأوّل من الدهر القديم في جدول الأزمنة الجيولوجية، ويمتدّ على فترة ٧٠

مليون سنة تقريباً، بين ٥٧٠ مليون و٥٠٠ مليون سنة خلت. وقد أطلق الجيولوجي الإنجليزي آدم سُدجويك هذا الاسم في سنة ١٨٣٥ على صخور رسوبية في ويلز، التي عرفها الرومان باسم كَمْبَريا.

في بداية الدهر القديم، سمح التزايد المطّرد للأكسجين في الجوّ والمحيطات، بظهور أشكال جديدة من الحياة في الوسط البحريّ، وهي كائنات قادرة على استمداد الطاقة من التنفّس. ورغم أنّ الحياة لم تكن قد غزت اليابسة أو الجوّ بعد، فقد زحرت بحار العصر الكمبريّ بمجموعة كبيرة ومتنوعة من اللافقاريّات البحرية، تشمل الإسفنج والديدان والحيوانات الطحليّبة والأباليّيات وعُشديّات الأرجل والرخويّات (ومنها بطيئات الأرجل وأنواع سلفيّة لحياوان النوتي) ورأسيّات الأرجل البدائيّة، مثل ثلاثيّات الفصوص، وبضعة أنواع من قفديّات الجلد الساقية. وكانت الحياة النباتية مقتصرّة في ذلك الزمن على الطحالب البحريّة. ونظراً إلى أنّ أعداداً كثيرة من هذه الكائنات الجديدة كانت لافقاريّات بحريّة معقّدة وكبيرة الحجم نسبياً وتتميّز بأصداف وهياكل صلبة من الكيتين^(٢) أو الكلس، فقد حظيت بفرصة أفضل لتُحفظ على شكل أحافير من المخلوقات الطرية الجسم في الدهر القمبكمبريّ.

تتمتّع الصخور الرسوبية الكمبريّة بنسبة عالية نسبياً من الأحافير، وهي أقدم الطبقات الملائمة

للتأريخ الواسع النطاق القائم على مضاهاة الطبقات. ولهذا السبب، حقّق العلماء نجاحاً أكبر في فهم الظروف السائدة على الأرض خلال العصر الكمبريّ والعصور اللاحقة، مقارنةً بالدهر القمبكمبريّ الأطول والأقدم منه.

والكمبريّ هو أقدم عصر جيولوجي يتوفّر للعلماء أدلّة كافية عنه لكي يفترضوا وجود صفائح قشريّة ويحاولوا وصفها. وقد أدّت الإصطدامات المتكرّرة بين هذه الصفائح في العصر الكمبريّ إلى تشكيل كتلة شاسعة من الأرض، أو قارّة عظمى، تُعرف بجوندوانالاند. وقد اشتملت هذه القارّة العظمى على الأجزاء الأثويّة من القارّات الجنوبيّة الأربع الحاليّة – أميركا الجنوبيّة وأفريقيا وقارة القطب الجنوبي وأستراليا الغربيّة – كما ضمتّ الهند وأجزاء من المكسيك وفلوريدا الحاليّتين وجنوب أوروبا وربما الصين.

يختلف توزيع القارّات في العصر الكمبريّ عن التوزيع الحاليّ. فقد كان معظم القارّات واقعاً، إمّا في المنطقة الإستوائية أو في نصف الكرة الجنوبيّ. وتقدّم الترسّبات الملحيّة والشعاب المرجانيّة في الصخور الكمبريّة في أميركا الشماليّة وأوروبا الشماليّة، دليلاً واضحاً على الموقع الإستوائيّ القديم لهاتين المنطقتين. غطّلت جوندوانالاند مساحة أكبر بكثير من القارّات الشماليّة، وامتدّت من المنطقة الإستوائية وجنوب المنطقة المعتدلة إلى القطب الجنوبيّ تقريباً.

العصر الأردوفيّسي (Ordovician Period)

العصر الأردوفيّسي هو القسم الثاني من الدهر القديم في جدول الأزمنة الجيولوجيّة، ويمتدّ بين حوالي ٥٠٠ مليون و٤٣٥ مليون سنة خلت. وقد أُعطي هذا الاسم نسبة لقبيلة ويلزيّة، إذ أنّ الصخور المكوَّنة في هذا العصر قد تمّت دراستها لأوّل مرّة بشكل منهجيّ في منطقة ويلز.

في العصر الكمبريّ السابق، فصل الماء بين أميركا الشماليّة وأوروبا، ولكن في العصر الأردوفيّسي تصادمت القارّتان فتغطّنت بينهما كتلة سميكة جدّاً من الرسابات المتراكمة في الطيّة^(٣) الأپلاشيّة، وارتفعت هذه الصخور لتكوّن السلسلة الجليّية التاكونيك التي نشاهد اليوم بقاياها في شرق ولاية نيويورك. وتراجعت البحار الضحلة التي غطّلت القسم الأكبر من أميركا الشماليّة في بداية العصر، وحلّت ورائها رسابات سميكة من الحجر الكلسيّ؛ ثمّ عادت البحار من جديد في الأردوفيّسي ورسّبت طبقات سميكة من الرمل الكوارتزيّ والمزيد من الحجر الكلسيّ. وقد فصل بين أوروبا وآسيا بحرٌ طويل وضيقٌ تراكمت فيه رسابات الطيّة الأوراليّة. وكانت آسيا نفسها مجرّاة، إذ فصلت مياه البحر بين سيبيريا والصين. وفي نصف الكرة الجنوبيّ، شملت القارّة العظمى جوندوانالاند، المحاطة بحزام من الطيّات المقعّرة، أميركا الجنوبيّة وقارة القطب الجنوبيّ وأفريقيا والهند

جُزف إترتيا في غرب فرنسا، ويرجع تاريخ الصخرة إلى العهد الكمبري



(١) الشريّة: صخر صوّاني غير نفّس.

(٢) الكيتين: مادة قريّة تشكّل جزءاً من الإهاب الخارجي في الحشرات والقشريات.

(٣) الطيّة: إنخفاض عظيم في قشرة الأرض.

مرتفعات لانجديل في منطقة كمبريا في إنجلترا وقد تكوّنت في العصر الجيولوجي الكمبري

وأستراليا، إضافة إلى أجزاء من القشرة القارية – المكسيك وفلوريدا – التحمت في العصر الكربوني اللاحق بأميركا الشمالية.

كان مناخ العصر الأردويسي حاراً ورطباً في القسم الأكبر من أميركا الشمالية وأوراسيا الحالتين، ومثالاً إلى البرودة في القارّات الجنوبية، مع الإشارة إلى أنّ القطب الجنوبي كان متمركزاً في ذلك الزمن في ما يشكّل الجزائر الحالية. وظلّت اللافقاريّات البحرية أشكالاً الحياة السائدة في ذلك العصر. ومن المحتمل أن يكون بعض أشكال الحياة البدائية قد ظهر على اليابسة – نباتات ولافقاريّات حافرة للأحجار شبيهة بالدودة الألفيّة. وقد ضمتّ البحار أيضاً الفقاريّات الأولى، وكانت أسماكاً بدائية مصفّحة بدروع عظيمة. وظهرت في هذا العصر أيضاً الجرايتوليتيّات^(٤) والمرجان وأشباه الزنابق والحيوانات الطحلبية.

العصر السيلوريّ (Silurian Period)

العصر السيلوريّ هو القسم الثالث من الدهر القديم في جدول الأزمنة الجيولوجيّة، وقد دام ٢٧ مليون سنة تقريباً، امتدّت بين ٤٣٥ مليون و٤٠٨ ملايين سنة خلت. وقد أطلق عليه السير رودريك إيئي مورتشيسون هذا الإسم في سنة ١٨٣٥ نسبة لقبيلة بريطانية قديمة – السيلورين – سكنت غرب إنجلترا وويلز، حيث جرت للمرة الأولى دراسة صخور رسوبية من هذا العصر.

وفي العصر السيلوريّ، كانت القارّات الجنوبية مجتمعة في قارّة واحدة هي القارّة العظمى جوندوانالاند، فيما انقسمت القارّات الشمالية إلى الكتل القارية الشماليأمريكية والأوروبية والآسيوية. وكانت جرينلاند وبعض أجزاء أميركا الشمالية الواقعة حاليّاً ضمن الدائرة القطبية لا تبعد أكثر من ١٥° تقريباً عن خط الإستواء. وقد أدى تقارب الصفائح التكتونية، الذي كان قد بدأ في العصر الأردويفسي، إلى تغصّن الصخر الرسوبيّ الذي تراكم في القعيرة (الطيّة المنعوّدة) الكاليدونية، وهي منطقة في شمال غرب أوروبا تشهد وهناً في القشرة. وقد تحوّلت هذه الصخور (تغيّرت بفعل الحرارة والضغط) ودخلت فيها صخور بركانيّة، وأصبحت مكشوفة اليوم في مناطق متباعدة جداً مثل جرينلاند وإنجلترا والنرويج.

ولم يكن المناخ في العصر السيلوريّ متماثلاً في جميع المناطق. فقد غطّى جليد المجلّدات المناطق

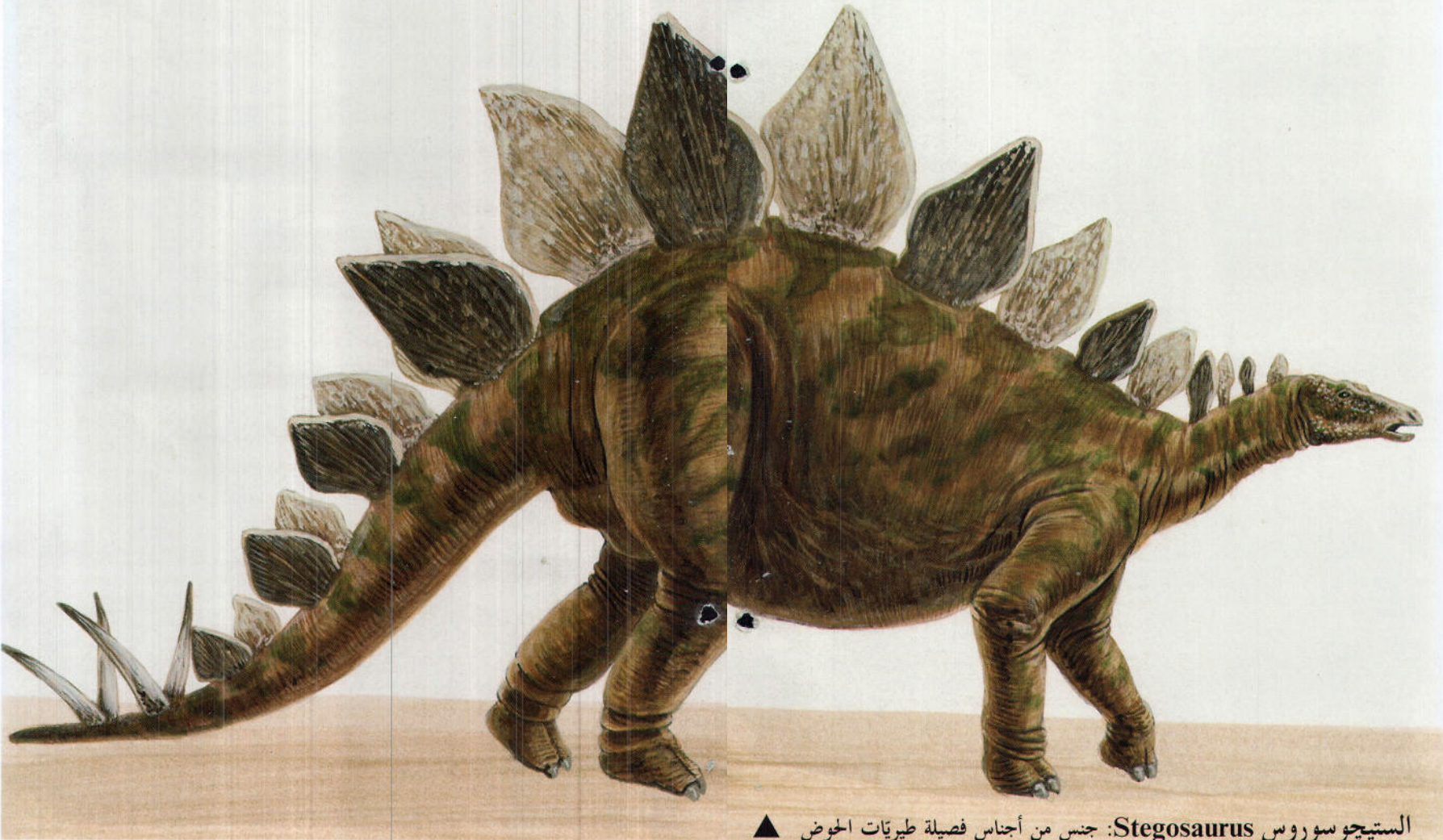
الواقعة على بعد ٦٥° أو أكثر من خطّ الإستواء. أمّا في المناطق الواقعة على بعد ٤٠° أو أقلّ من خطّ الإستواء، فقد تنامت الشُعاب المرجانيّة في مياه البحر الدافئة. وفي الأراضي الحارّة والجافّة، تشكّلت كتّبان رملية وترسّبت معادن تبخرية، مثل الملح والجصّ، من مياه داخليّة سابقة الوجود. وقد تراكم الملح السيلوريّ في منطقة البحيرات الكبرى في أميركا الشمالية بسماكة ٥٠٠ متر، ويجري استخراجه اليوم على نطاق واسع. وتشكّل الصخور الرسوبيّة السيلوريّة في جرينلاند والأجزاء من أميركا الشمالية الواقعة على ١٥° من خطّ الإستواء، دليلاً على حدوث التراكم في بيئة استوائية.

ويضمّ بعض الصخور السيلوريّة أقدم بقايا معروفة من النباتات الأرضية: أحافير لمجموعة منقرضة من النباتات الوعائية البدائية العديمة الأوراق، أُطلق عليها اسم العاريات، وتتميّز بساق أفقيّة تنمو تحت الأرض وتُطلّق إلى الأعلى سويقات عموديّة قصيرة. وتشكّلت الحياة الحيوانيّة بشكل رئيسيّ من اللافقاريّات البحرية، واشتملت على أوّل سمكة مزوّدة بفكّين وأوّل الحشرات البريّة.

العصر الديفونيّ (Devonian Period)

العصر الديفونيّ هو القسم الرابع من الدهر القديم في جدول الأزمنة الجيولوجيّة، ويمتدّ بين حوالي ٤٠٨ ملايين و٣٦٠ مليون سنة خلت، وقد أطلق عليه هذا الإسم نسبةً إلى ديفون (ديفونشير) في إنجلترا، حيث جرت للمرة الأولى دراسة الصخور الرسوبية من ذلك العصر، في ثلاثينات القرن التاسع عشر.

وفي هذا العصر، امتدّت الكتل القاريّة القديمة لأميركا الشمالية وأوروبا على جانبي خطّ الإستواء، فيما تجمّعت الأجزاء الأفريقيّة والجنوبيأمريكية من جوندوانالاند (القارّة العظمى المفترضة التي سوف تشكّل القارّات الجنوبية الحديثة) فوق القطب الجنوبيّ. ويُعتبر الاصطدام الذي وقع بين كتلة أميركا الشمالية وأوراسيا وجوندوانالاند الحدث الجيولوجيّ الرئيسيّ في العصر الديفونيّ. وقد أدى الضغط الذي ولّده هذا التصادم إلى تشكيل الجبال عن طريق ثني المقاطع السميكة من الطبقات الرسوبيّة التي تراكمت في منخفضات تشهد وهناً قشريّاً، وتُعرف بالقعاثر (ح: قعرة). ويُعرف تكوّن الجبال في العصر الديفونيّ بتكوّن الجبال الأكادية في شمال أميركا، ويتكوّن الجبال الكاليدونية في



الستيجوسوروس Stegosaurus: جنس من أجناس فصيلة طيريات الحوض

Ornithischian المصفّحة التي عاشت في أواخر العصر الجوراسيّ حوالي ١٥٠ مليون

سنة خلت. وعلى الرّغم من ندرة أحافير حيوانات الستيجوسوروس، يعتقد أنّ هذه الدينوصورات عاشت في أميركا الشماليّة، وأنّ حيوانات شبيهة لها عاشت في الصين وأوروبا والهند. له ١٧ صفحة كبيرة ومثلّنة موزّعة بشكل متناوب على عموده الفقري شديد التقوّس. وقد بلغ طول الحيوان ٦م وارتفاعه ٢,٥م عند الوركين. وكان الرأس صغيراً بالنسبة إلى حجم الجسم فيما حمل الذّنب نتوءات طويلة. ويعتقد أن الصفائح كانت تحمي حيوان الستيجوسوروس وتضبط درجة حرارة جسمه.

الترايسيراتوبس Triceratops: جنس من الدينوصورات رباعية القوائم والأكلة للنبّات. وقد عاشت هذه الحيوانات، التي بلغ وزن واحدھا عدّة أطنان، خلال العصر الطباشيريّ أي منذ ٦٥ مليون سنة. وفي كلّ الأنواع التابعة لجنس وجهيّات القرن Ceratopsia، باستثناء الأنواع المبكرة، كانت الجمجمة تحمل قرناً أو أكثر في أعلى الوجه، إضافة إلى منقار يشبه منقار الببغاء، وذلك بسبب عظمة فريدة هي العظمة المنقاريّة Rostral. وكان حيوانات الترايسيراتوبس ثلاثة قرون – واحد مركزيّ فوق فتحتي الأنف مباشرة واثنان في الجبين، ولذلك أطلق عليها الاسم الذي يعني وجهيّات القرون الثلاثة. وكانت الجمجمة بطول ١,٨م في بعض الحيوانات، ما يجعلها كبيرة مقارنة بحجم الجسم. وخلف الجمجمة، كان يوجد هدب عظميّ يحمي الرّقبة ويثبت العضلات القويّة لل فكّ والرّقبة. ويُعتقد أنّ حيوانات الترايسيراتوبس هاجرت شرقاً إلى أميركا الشماليّة حيث انقرضت مع نهاية العصر الطباشيريّ.



بريطانيا العظمى والنرويج. وتشكّل الجذور المنحنيّة للجبال الناشئة عن تكوّن الجبال الأكادية، الجزء الشماليّ من جبال الأبالاش الحاليّة، الذي يمتدّ من نيو انجلاند إلى نيوفاوندلاند. وقد انحثت كمّيّات ضخمة من الرمل الأحمر الحشن والحصى من هذه الجبال الأكاديّة الجديدة، وترسّمت فوق داخلية القارّة المنبسطة والمستقرّة. وقد شغلت داخلية القارّة بشكل متقطع بحارّ ضحلة وحارّة تشكّلت فيها شُعاب من المرجان والإسفنج. وقد أصبح الكثير من هذه الصخور الشعابيّة والصخور الرملية الديفونيّة مشبعة موضعياً بالنفط.

وتراكمت طبقات سميكة جداً من الرمال الحمراء في دلتا كاتسكيل الشاسعة، حيث طُمرت وحُفظت أوّل غابات على سطح الأرض: أشجار حرشيّة رفيعة وطويلة، وأشجار بدائيّة من دائمات الخضرة ذوات أوراق، وسراخس. وقد ألصق أكسيد الحديد حثات الرمل ببعضها البعض وصبغها باللون الأحمر، فشكّل بذلك الحجر الرمليّ الأحمر القديم في الجزر البريطانيّة وطبقات كاتسكيل الحمراء في جنوب شرق نيويورك. ويشكّل أكسيد الحديد والغابات المحفوظة والشُعاب المرجانيّة دليلاً على وجود مناخ حارّ ورطب.

في هذه الظروف المناخيّة، ومع تشكّل طبقة أوزون في الحوّ تقي سطح الأرض من الأشعّة فوق البنفسجيّة، ظهرت على اليابسة أوّل المفصليّات التي تنفّس الهواء من الحوّ، وكانت من العناكب والعنّ (سوس). وفي البحار، شكّلت صدفيّات حلزونيّة تُعرف بالأمونيات الشكل الرئيسيّ من الحيوانات اللاقاريّة. وشهدت أنواع الأسماك المصفّحة التي كانت سائدة في العصر الأردويفسي تطوّراً كبيراً، وأصبحت أسماك العصر الديفونيّ مزوّدة بزغائف وحراشف وفكّين. وقد تطوّرت إحدى مجموعات الأسماك، وهي ذوات الزعانف المفصّصة، لتصبح الفقاريّات الأولى التي تنفّس الهواء من الحوّ؛ وهي البرمائيات التي غزت اليابسة في نهاية العصر الديفونيّ، ومهّدت لظهور الزواحف في العصر الكربونيّ الذي جاء بعد ذلك.

العصر الكربونيّ (Carboniferous Period)

العصر الكربونيّ هو القسم الخامس من الدهر القديم في جدول الأزمنة الجيولوجيّة، ويمتدّ بين حوالي ٣٦٠ مليون و٢٩٠ مليون سنة خلت. وقد استُعمل هذا الإسم للمرة الأولى في بريطانيا، حيث أُطلق في سنة ١٨٢٢ على الطبقات الفحميّة في إنجلترا وويلز.

في أميركا الشماليّة، يعتبر الجيولوجيّون أنّ هذه الفترة من الزمن الجيولوجيّ التي تغطّي ٧٠ مليون سنة تشمّل عصريّن بدلاً من عصر واحد. وامتدّ العصر الأوّل، وهو العصر الميسيسيبيّ، بين ٣٦٠ مليون و٣٣٠ مليون سنة خلت، بينما يمتدّ العصر النيسلغانيّ اللاحق بين ٣٣٠ مليون و٢٩٠ مليون سنة خلت.

في بداية القسم النيسلغانيّ من العصر الكربونيّ (عندما كان القسم الأكبر من الفحم في العالم في

طور التشكّل)، غطّت الغابات الكثيفة والمستنقعات الخثيّة الإستوائية مساحات شاسعة من الأرض أصبحت في ما بعد شرق أميركا الشماليّة وشمال أوروبا. وكانت هذه الأراضي واقعة في المنطقة الإستوائيّة، شماليّ خطّ الإستواء مباشرة، وعرفت مناخات حارّة ورطبة. وقد عزّزت هذه الظروف البيئيّة نموّ النباتات وتكاثر الكائنات البحرية التي سوف يتشكّل منها الفحم وأيضاً النفط والغاز.

إنّ البقايا الحيوانيّة والنباتيّة من العصر الكربونيّ وفيرة جداً ومحفوظة بشكل جيّد في الكثير من الحالات. ونلاحظ وجود تماثل كبير في طبيعة الحياة النباتيّة، فإنّ الأجناس نفسها، وغالباً الأنواع نفسها، تتواجد في مناطق متباعدة جداً. ونعرف اليوم حوالي ٢٠٠٠ نوع من النباتات، هي في غالبيّتها أنواع عديمة الزهر. وقد انتشرت بشكل واسع أشكال أوّلية من رجل الذئب وذيل الحصان والأشجار الحرجيّة (القلبية الورق) والسرخسيّات. ولم تترك الحيوانات البريّة في ذلك العصر سوى آثار قليلة، لكنّها نجّد عدداً أكبر من بقايا الحيوانات البحرية. وقد ظهرت في هذا العصر أوّل الزواحف الحقيقيّة، التي تطوّرت من البرمائيات التي سبقتها. وعرفت البحار مجموعات وافرة من المرجان وأشباه الزنابق^(٥) والمُشخّرات^(٦) الدقيقة، مع بعض ثلاثيّات القصوص وعريضات الأجنحة. كما انتشرت أيضاً الرخويات والقواقع، ومنها رأسيّات الأرجل وأشباه النوتي. وكانت الحشرات موجودة بأعداد كبيرة، ولا سيّما شكل عملاق من الععاسيب. وشاع وجود الشريطيّات وعُضديّات الأرجل، كما تواجدت أسماك القرش والأسماك البدائيّة القاسية الحراشف بأعداد كبيرة.

ومن بين الكتل القاريّة القديمة، وحدها قارّة سيبيريا الأوّلية قامت شماليّ المنطقة الإستوائيّة، وقد امتدّت حتى القطب الشماليّ تقريباً. أمّا القارّة العظمى جوندوانالاند، التي ضمتّ ما سوف يصبح في ما بعد أميركا الجنوبيّة وأفريقيا والهند وقارّة القطب الجنوبيّ، فقد امتدّت بأكملها في نصف الكرة الجنوبيّ، وغطّت مساحة شاسعة وقع مركزها قرب القطب الجنوبيّ.

وكانت جوندوانالاند والقارّات الأوّلية المختلفة قد بدأت بالإنزياح باتجاه بعضها البعض منذ أوائل الدهر القديم. وفي نهاية العصر الكربونيّ، بلغت حركة الصفائح ذروتها في اصطدام رباعيّ الأطراف. لذا فعند بداية العصر البرميّ، كانت صفائح قشرة الأرض قد دمجت جميع مساحات اليابسة على سطح الأرض في قارّة عظمى واحدة، تُعرف بالبانجيا.

وقد أدّت إعادة توزيع الأراضي والبحار التي حدثت في هذا العصر إلى تغيير مناخيّ شامل. فقد كان المناخ حارّاً ورطباً في الكربونيّ، لكنّه أصبح أكثر برودة وجفافاً مع نهاية العصر، ما أدّى إلى حدوث عهد جليديّ طويل، يُعرف بالكربونيّ البرميّ.

العصر البرميّ (Permian Period)

العصر البرميّ هو القسم الأخير من الدهر القديم

^[5] أشباه الزنابق: هي حيوانات بحريّة دنيا مقبّة الأصداف

^[6] المشخربات: هي طائفة من الحيوانات البحرية تشبه أزهاراً قائمة على أعناقها عادةً



كتلة من الحجر الكلسي «صخرة جبل طارق» التي تكوّنت تحت اخط في العصر الجيولوجي الترياسي. ظهرت الكتلة فوق سطح البحر بعلو ٢٧٤ مترًا بفعل التغيرات في القشرة الأرضية.

الحيوانات صغير الحجم بشكل لافت، مقارنةً بالأشكال الحالية. فلم يتجاوز علو الحصان الأول ٣٠ سنتيمتراً، وكان يحمل ثلاث أصابع في قدميه الخلفيتين وأربع أصابع في قدميه الأماميتين. وكانت لواحم ذلك العصر، المعروفة بذوات الأسنان، الجِذْل الذي تطوّرت منه في ما بعد الكلاب والسنّوريات الحالية. وشهد القسم الأخير من العصر الحديث السابق أوّل تلاؤم للتدينيات على الحياة في البحر. وقد وُجدت عظام مستحفرة لحيوان شبيه بالحوث من العصر الحديث السابق في جنوب الولايات المتحدة ومصر وأوروبا. وقد تجاوز طول أكبر هذه الحيوانات ١٥ مترًا، لكنها لم تكن كبيرة بما فيه الكفاية لتنجو من أسماك القرش، التي كان لبعض أنواعها في ذلك الزمان فكان يصل عرضهما إلى ١,٨ متر.

العصر الحديث اللاحق، أو العصر الصّحويّ (Oligocene Epoch)

العصر الحديث السابق هو القسم الثالث من العصر التّثلي في الدهر الحديث، ويمتدّ من حوالي ٣٨ مليون إلى ٢٤ مليون سنة خلت. على غرار العصر الحديث السابق، الذي سبقه، والعصر التّثلي الأوسط الذي تلاه، تمّ تحديد العصر الحديث اللاحق وفقًا للنسبة المئوية لأنواع الحاخز الحديثة (١٠-١٥٪) الموجودة في الطبقات العائدة لهذا الزمن.

الأيبي الهيمالائي. وفي الوقت نفسه، تدقّقت كميات هائلة من البازلت فوق سهول شمال شرق الهند ترافقت مع التحام شبه القارة الهندية الحديثة التكوين بآسيا، بعد انفصالها عن أفريقيا في العصر الطباشيريّ. وفي نصف الكرة الجنوبي، انفصلت أخيراً قارة القطب الجنوبي عن أستراليا، وزاحت القارتان بعيداً الواحدة عن الأخرى، بعد انفصالهما كتلة واحدة عن جوندوانالاند في الدهر الوسيط. وفي العصر الحديث السابق، ساد مناخ شبه إستوائي ورطب على كافة أنحاء أميركا الشمالية وأوروبا. وفي الولايات المتّحدة، عاشت أشجار النخيل والتماسيح حتى داكوتا في الشمال، في حين أنّ غابات المناطق المعتدلة غطّت المناطق القريبة من القطب الشمالي في جرينلاند وسيبيريا، وقد طغت فيها أشجار الشكوية^(٧) الجتارة والأشجار المعيلة الأوراق مثل الزّان والكستناء والدّرّدار. وفي ألاسكا، انتشرت في هذا المناخ الحارّ السيكاسيات^(٨) وأشجار المغولية^(٩) والتين.

واستمرّ التطوّر السريع الذي جاء برتب جديدة من الثدييات والذي كان قد بدأ في العصر الحديث الأسبق (أو الباليوسين). وظهرت أشكال سلفيّة من الحصان ووحيد القرن والجمل وغيرها من المجموعات الحديثة، مثل الخفافيش والرئيسات والقوارض الشبيهة بالسناجب، في أوروبا وأميركا الشمالية في وقت واحد. وكان الكثير من هذه

الحيوانات من حوالي ٦٥ مليون إلى ٥٥ مليون سنة خلت. وقد تمّ تحديدها، مثل الأحيان التي تلتها، استناداً إلى النسبة المئوية لأنواع الحاخز الحالية الموجودة في السجل الأحفوريّ. ويشكّل العصر الحديث الأسبق المرحلة النهائية لتفكّك القارة العظمى القديمة بآنجيا، التي بدأت بالإنقسام في أوائل الدهر الوسيط. وقد أدّت في النهاية حركة الصفائح التكتونية إلى فصل قارة القطب الجنوبي عن أستراليا؛ وفي نصف الكرة الشمالي، أدّى اتساع قاع شمال الأطلسي إلى فصل جرينلاند عن أميركا الشمالية. بعدما انقرضت الديנוصورات في نهاية العصر الطباشيريّ، بدأت الثدييات تسط سيطرتها على الأرض. وفي مقدّم لاحق لتشكيل تراكمات الزيت الحجريّ القيّمة في واستمرّ التطوّر السريع الذي جاء برتب جديدة من الثدييات والذي كان قد بدأ في العصر الحديث الأسبق (أو الباليوسين). وظهرت أشكال سلفيّة من الحصان ووحيد القرن والجمل وغيرها من المجموعات الحديثة، مثل الخفافيش والرئيسات والقوارض الشبيهة بالسناجب، في أوروبا وأميركا الشمالية في وقت واحد. وكان الكثير من هذه

الحيوانات من حوالي ٦٥ مليون إلى ٥٥ مليون سنة خلت. وقد تمّ تحديدها، مثل الأحيان التي تلتها، استناداً إلى النسبة المئوية لأنواع الحاخز الحالية الموجودة في السجل الأحفوريّ. ويشكّل العصر الحديث الأسبق المرحلة النهائية لتفكّك القارة العظمى القديمة بآنجيا، التي بدأت بالإنقسام في أوائل الدهر الوسيط. وقد أدّت في النهاية حركة الصفائح التكتونية إلى فصل قارة القطب الجنوبي عن أستراليا؛ وفي نصف الكرة الشمالي، أدّى اتساع قاع شمال الأطلسي إلى فصل جرينلاند عن أميركا الشمالية. بعدما انقرضت الديנוصورات في نهاية العصر الطباشيريّ، بدأت الثدييات تسط سيطرتها على الأرض. وفي مقدّم لاحق لتشكيل تراكمات الزيت الحجريّ القيّمة في واستمرّ التطوّر السريع الذي جاء برتب جديدة من الثدييات والذي كان قد بدأ في العصر الحديث الأسبق (أو الباليوسين). وظهرت أشكال سلفيّة من الحصان ووحيد القرن والجمل وغيرها من المجموعات الحديثة، مثل الخفافيش والرئيسات والقوارض الشبيهة بالسناجب، في أوروبا وأميركا الشمالية في وقت واحد. وكان الكثير من هذه

الحيوانات من حوالي ٦٥ مليون إلى ٥٥ مليون سنة خلت. وقد تمّ تحديدها، مثل الأحيان التي تلتها، استناداً إلى النسبة المئوية لأنواع الحاخز الحالية الموجودة في السجل الأحفوريّ. ويشكّل العصر الحديث الأسبق المرحلة النهائية لتفكّك القارة العظمى القديمة بآنجيا، التي بدأت بالإنقسام في أوائل الدهر الوسيط. وقد أدّت في النهاية حركة الصفائح التكتونية إلى فصل قارة القطب الجنوبي عن أستراليا؛ وفي نصف الكرة الشمالي، أدّى اتساع قاع شمال الأطلسي إلى فصل جرينلاند عن أميركا الشمالية. بعدما انقرضت الدينو

الحيوانات من حوالي ٦٥ مليون إلى ٥٥ مليون سنة خلت. وقد تمّ تحديدها، مثل الأحيان التي تلتها، استناداً إلى النسبة المئوية لأنواع الحاخز الحالية الموجودة في السجل الأحفوريّ. ويشكّل العصر الحديث الأسبق المرحلة النهائية لتفكّك القارة العظمى القديمة بآنجيا، التي بدأت بالإنقسام في أوائل الدهر الوسيط. وقد أدّت في النهاية حركة الصفائح التكتونية إلى فصل قارة القطب الجنوبي عن أستراليا؛ وفي نصف الكرة الشمالي، أدّى اتساع قاع شمال الأطلسي إلى فصل جرينلاند عن أميركا الشمالية. بعدما انقرضت الدينوصورات في نهاية العصر الطباشيريّ، بدأت الثدييات تسط سيطرتها على الأرض. وفي مقدّم لاحق لتشكيل تراكمات الزيت الحجريّ القيّمة في واستمرّ التطوّر السريع الذي جاء برتب جديدة من الثدييات والذي كان قد بدأ في العصر الحديث الأسبق (أو الباليوسين). وظهرت أشكال سلفيّة من الحصان ووحيد القرن والجمل وغيرها من المجموعات الحديثة، مثل الخفافيش والرئيسات والقوارض الشبيهة بالسناجب، في أوروبا وأميركا الشمالية في وقت واحد. وكان الكثير من هذه

الحيوانات من حوالي ٦٥ مليون إلى ٥٥ مليون سنة خلت. وقد تمّ تحديدها، مثل الأحيان التي تلتها، استناداً إلى النسبة المئوية لأنواع الحاخز الحالية الموجودة في السجل الأحفوريّ. ويشكّل العصر الحديث الأسبق المرحلة النهائية لتفكّك القارة العظمى القديمة بآنجيا، التي بدأت بالإنقسام في أوائل الدهر الوسيط. وقد أدّت في النهاية حركة الصفائح التكتونية إلى فصل قارة القطب الجنوبي عن أستراليا؛ وفي نصف الكرة الشمالي، أدّى اتساع قاع شمال الأطلسي إلى فصل جرينلاند عن أميركا الشمالية. بعدما انقرضت الدينوصورات في نهاية العصر الطباشيريّ، بدأت الثدييات تسط سيطرتها على الأرض. وفي مقدّم لاحق لتشكيل تراكمات الزيت الحجريّ القيّمة في واستمرّ التطوّر السريع الذي جاء برتب جديدة من الثدييات والذي كان قد بدأ في العصر الحديث الأسبق (أو الباليوسين). وظهرت أشكال سلفيّة من الحصان ووحيد القرن والجمل وغيرها من المجموعات الحديثة، مثل الخفافيش والرئيسات والقوارض الشبيهة بالسناجب، في أوروبا وأميركا الشمالية في وقت واحد. وكان الكثير من هذه

العصر الحديث السابق، أو العصر الفجريّ (Eocene Epoch)

العصر الحديث السابق هو القسم الثاني من العصر التّثلي في الدهر الحديث في جدول الأزمنة الجيولوجية، ويمتدّ من حوالي ٥٥ مليون إلى ٣٨

شديدة، وأدّى إلى تكوّن أساس جبال الألب الأوروبية. وفي وقت لاحق، انزلقت الصفيحة الأفريقيّة تحت الصفيحة اللوراسيّة، مطلقةً بذلك النشاط البركانيّ الذي يستمرّ اليوم في إيطاليا وصقلية. وفي الوقت نفسه، اتّسع المحيط الأطلسيّ الجنوبي الحديث التكوين بفعل تمدّد قاع البحر على طول سلسلة جبال وسط الأطلسيّ، ما وشّع الفُرجة بين أفريقيا وأميركا الجنوبية. وإلى الشرق، انفصلت الهند عن جوندوانالاند، وزاحت شمالاً حتى صدمت الرسابات في بحر تيثيس الشرقيّ، وكوّنت منها سلاسل جبلية ممتدّة بالطول، هي أساس جبال الهيمالايا الحالية. أمّا قارة القطب الجنوبيّ وأستراليا فبقيتا معاً، وراحتا باتجاه الجنوب الغربيّ.

وقد ولّدت حركة أميركا الشمالية المستمرة باتجاه الغرب قوى مكوّنة للجبال بلغت ذروتها في رفع الجبال الصخرية وجبال سييرا نيفادا في كاليفورنيا. وقطعت جبال الروكي (الجبال الصخرية) في ارتفاعها تصريف بحر الطباشيري المتأخّر إلى الغرب، ما حوّل القسم الأكبر من داخل أميركا الشمالية الغربي إلى مستنقع كبير. أمّا في الشرق، فقد شكّلت الرسابات الناتجة عن حثّ جبال الأيلاش، السهل الساحليّ الأطلسيّ.

في الطباشيريّ المتأخّر، ارتفع مستوى البحر في جميع أنحاء العالم، فغطّت المياه ثلث مساحة اليابسة الحالية. وقد سمح ذلك للتيتارات المحيطيّة بنزوع حرارة الشمس بشكل أوسع باتجاه القطبين، ما خلق مناخاً لطيفاً ودافئاً في جميع أنحاء الأرض، وجعل القطبين خاليين من الجليد، وجعل درجة حرارة المياه القطبية الشماليّة تبلغ ١٤° مئوية أو أكثر. وفي هذا المناخ، كان باستطاعة الزواحف المتغيّرة الحرارة أن تعيش وتتكاثر حتى في المناطق القريبة من القطب الشمالي. وتشبه السرخسيّات والسيكاسيّات المستحفّرة، التي وُجدت في الصخور الطباشيريّة في المناطق القطبية الشماليّة، النباتات التي تنمو اليوم في غابات المطر شبه الإستوائية. وفي الطباشيريّ المتأخّر، كانت النباتات قد اتخذت مظهرًا حديثاً، وتضمّنت الكثير من أجناس الأشجار الحالية مثل البلوط أو السنديان والزان والقيّقب.

وبالرغم من هذا المناخ اللطيف، حدث الكثير من الإنقراضات الواسعة النطاق بين الحيوانات، في أواخر العصر الطباشيريّ. فقد انقرضت خمس مجموعات من الزواحف الكبيرة التي كانت سائدة من قبل، هي الدينوصورات والزواحف الجثّثة والإكصورات والبّصّورات والموصاصورات. وتقول نظريّة حديثة إنّ مذئباً أو كويكباً صغيراً قد اصطدم بالأرض منذ ٦٥ مليون سنة، وأطلق كميةً هائلة من الغبار في الجوّ أدّت إلى خفض كمية الأشعّة الشمسيّة الساقطة على الأرض، وخفض درجات الحرارة في كافة أنحاء العالم، ما قضى إلى حدّ بعيد على الطحالب والنباتات والحيوانات الصغيرة التي اقتصت بها الزواحف الكبيرة.

العصر الطباشيريّ هو آخر فترة زمنيّة من الدهر الوسيط، ويمتدّ بين حوالي ١٤٤ مليون و٦٥ مليون سنة خلت. ويشير اسم هذا العصر إلى وفرة الطبقات الطباشيريّة الرميّة في القسم الأخير من هذا العصر في إنجلترا وفرنسا، والتي أصبحت مكشوفة اليوم في عدّة أماكن مثل دوفر. في أوروبا وأميركا الشماليّة، يقسم الجيولوجيّون العصر إلى طباشيريّ باكر وطباشيريّ متأخّر.

في بداية الدهر الوسيط، كانت جميع القارّات ملتحمة في كتلة قاريّة واحدة هي البانجيا. وقد أدّى انقسام البانجيا في الدهر الوسيط الباكر إلى خلق قارّتين عظيمتين: لوراسيا المؤلّفة من القارّات الشماليّة الحاليّة، وجوندوانالاند المؤلّفة من القارّات الجنوبيّة الحاليّة. ويفصل بين هاتين القارّتين بحر واسع، هو بحر تيثيس الذي يشكّل البحر المتوسط الحالي بقيّة متقلّصة منه.

العصر الحديث الأسبق (أو باليوسين) (Paleocene Epoch)

العصر الحديث الأسبق هو أوّل وأقصر الأقسام الخمسة التي تتشكّل العصر التّثلي من الدهر الحديث في جدول الأزمنة الجيولوجيّة. ويمتدّ هذا العصر (أو

نشوء سلسلة الجبال الشماليّة أميركيّة [جبال الروكي (الجبال الصخرية) والسييرا نيفادا].

في هذه الأثناء، بدأت أميركا الجنوبية وأفريقيا (في نصف الكرة الجنوبي) بالابتعاد الواحدة عن الأخرى، وانفتح ممرّ بحريّ طويل وضيق باتجاه الشمال، اتّحد في ما بعد بالبحر الإستوائيّ الكبير المعروف بتيثيس. مع تشكّل الممرّات البحريّة واتساعها واتصالها ببعضها البعض، امتدّت المياه البحريّة الضحلة والدافئة فوق القسم الأكبر من أوروبا والأراضي الواقعة حول بحر تيثيس. وفي أواخر العصر الجوراسيّ، بدأت هذه البحار الضحلة بالنصريف والزح، مخلّقة وراءها طبقات سميكّة من الحجر الكلسيّ حيث تشكّلت في وقت لاحق بعض أغنى تراكمات النفط والغاز في العالم.

وتشكّل الشعاب المرجانيّة الواسعة الانتشار وبقايا الغابات المعتدلة وشبه الإستوائية، المكوّنة في غالبيتها من عاريات البذور (السيكاسيّات والصنوبريّات) وأشجار الجثّكة والسرخسيّات البذريّة، دليلاً واضحاً على أنّ العصر الجوراسيّ قد عرف مناخاً حاراً ورطباً. وفي أواسط العصر الجوراسيّ، ظهرت كأسيّات البذور الأولى (النباتات المزهرة).

طلعت الزواحف على أشكال الحياة الحيوانيّة الأخرى في العصر الجوراسيّ. وقد تلاءمت هذه الحيوانات مع الحياة في البحر (الإكصورات والبصصورات) وفي الجوّ (الزواحف الجثّثة) وعلى اليابسة، حيث بلغت أحجاماً هائلة (الآلوصور اللاحم والآباتوصور العاشب). وفي سنة ١٨٢٢، وُجدت في الطبقات الجوراسيّة في منطقة ساسكس الإنجليزيّة عظام أحد أوّل الدينوصورات المكتشفة في العالم، وهو الإجودون. وقد وُجدت أيضاً بقايا مستحفّرة لأقدم طائر معروف، هو الطائر الأوّل ذو الأسنان، في صخور من العصر الجوراسيّ. أمّا الثدييات التي تطوّرت في نهاية العصر الترياسيّ السابق فبقيت صغيرة وشبيهة بالقوارض، فيما ازدهرت الدينوصورات طوال العصر الجوراسيّ.

العصر الطباشيريّ (Cretaceous Period)

العصر الطباشيريّ هو آخر فترة زمنيّة من الدهر الوسيط في جدول الأزمنة الجيولوجيّة، ويغطّي الفترة الممتدّة بين حوالي ٢٠٨ ملايين و١٤٤ مليون سنة خلت. وقد أعطى هذا الإسم نسبةً لطبقات صخريّة في جبال الجورا.

في بداية العصر الجوراسيّ، كانت إيطاليا واليونان وتركيا وإيران متصلة بالجزء الشماليّ الغربيّ من جوندوانالاند، وهي القارة العظمى الجنوبيّة التي بدأت بالتجزؤ في العصر الترياسيّ. وبقيت قارّتا القطب الجنوبيّ وأستراليا ملتحمتين معاً بعد انفصالهما عن جوندوانالاند، فيما زاحت الهند شمالاً باتجاه القارة العظمى لوراسيا.

إنفصلت أميركا الشماليّة عن جوندوانالاند وزاحت غرباً، ما فتح خليج المكسيك، الذي ترسّبت في مياهه في ما بعد طبقات سميكة من الملح، ومع تجاوز أميركا الشماليّة قاع المحيط الهادئ، أطلق النشاط البركانيّ واندساس الباليوثيات (أجسام تحارّضية ضخمة من الصخر البركانيّ الجرانيتيّ)، ما أطلق بدوره الأحداث المكوّنة للجبال التي بلغت ذروتها في وقت لاحق في

في جدول الأزمنة الجيولوجيّة، ويغطّي فترة ٥٠ مليون سنة تقريباً تمتدّ بين ٢٩٠ مليون و٢٤٠ مليون سنة خلت. وقد أعطاه الجيولوجيّ الإنجليزيّ السير رودريك إيثي مورتشيسون هذا الإسم، في سنة ١٨٤١، نسبةً لقريّة في شرق روسيا، حيث تمّ الربط بين طبقات روسيّة من هذا العصر، استناداً إلى المحتوى الأحفوريّ، بطبقات روسيّة واقعة إلى الغرب، في ألمانيا. وتتميّز صخور العصر البرميّ في جميع أنحاء العالم بغناها بالفحم والنفط والغاز.

وقد شهد هذا القسم الأخير من الدهر القديم اضطرابات قشريّة واسعة النطاق. فقد ارتفعت قارّات من البحار الضحلة التي كانت سائدة في العصر الكربونيّ السابق، وضُغطت الرسابات التي تراكمت في المنخفضات المقعّرة (القعائن)، ودُفعت إلى الأعلى لتكوين سلاسل جبليّة: جبال الأيلاش الوسطى والجنوبيّة في شمال أميركا وجبال الأورال في روسيا. واتّحدت أوروبا وآسيا (سيبيريا مع روسيا، والصين مع سيبيريا) فيما لحم اصطدام الصقائح القاريّة إلى الغرب، أميركا الشماليّة بالقارة العظمى القديمة جوندوانالاند. وبهذه الطريقة، اجتمعت كافة المساحات القاريّة في قارة واحدة، أطلق عليها ألفرد فجر اسم بانجيا. ويبدو أنّ المناطق الجنوبيّة من أميركا الجنوبيّة وأفريقيا قد تجمّعت قرب القطب الجنوبيّ مع قارة القطب الجنوبيّ وأستراليا والهند. وكانت أميركا الشماليّة وأوروبا الغربيّة، اللتان امتدّتا على جانبيّ خطّ الإستواء البرميّ، منطقتين حارّتين وجافّتين، كما تشير إليه الطبقات السميكة من المعادن التبخريّة – مثل الملح والجصّ – التي ترسّبت، دون شكّ، في مياه البحار المغلقة.

وشكّلت بداية العصر البرميّ فترة غنيّة جدّاً باللافقاريّات البحريّة التي تكاثرت في البحار الداخليّة الضحلة والدافئة. وفي أواخر العصر، أدّت موجة من الانقراضات الواسعة، وهي الأكبر في تاريخ الأرض، إلى زوال مجموعات كبيرة من المرجان والحيوانات الطحليّة وقنفذيات الجلد وغيرها من اللافقاريّات. وعلى اليابسة، ظهرت الصنوبريّات وأشجار الجثّكة إلى جانب السرخسيّات البذريّة. وتراجع عدد البرمائيات، فيما شهدت الزواحف، التي ظهرت في العصر السابق، تطوُّراً مذهناً أدّى إلى ظهور أشكال لاحمة وعاشبة شبيهة بالثدييّات. وظهرت أيضاً في العصر البرميّ سواول الدينوصورات.

العصر الجوراسيّ (Jurassic Period)

العصر الجوراسيّ هو القسم الثاني من الدهر الوسيط في جدول الأزمنة الجيولوجيّة، ويغطّي الفترة الممتدّة بين حوالي ٢٠٨ ملايين و١٤٤ مليون سنة خلت. وقد أعطى هذا الإسم نسبةً لطبقات صخريّة في جبال الجورا.

في بداية العصر الجوراسيّ، كانت إيطاليا واليونان وتركيا وإيران متصلة بالجزء الشماليّ الغربيّ من جوندوانالاند، وهي القارة العظمى الجنوبيّة التي بدأت بالتجزؤ في العصر الترياسيّ. وبقيت قارّتا القطب الجنوبيّ وأستراليا ملتحمتين معاً بعد انفصالهما عن جوندوانالاند، فيما زاحت الهند شمالاً باتجاه القارة العظمى لوراسيا.

إنفصلت أميركا الشماليّة عن جوندوانالاند وزاحت غرباً، ما فتح خليج المكسيك، الذي ترسّبت في مياهه في ما بعد طبقات سميكة من الملح، ومع تجاوز أميركا الشماليّة قاع المحيط الهادئ، أطلق النشاط البركانيّ واندساس الباليوثيات (أجسام تحارّضية ضخمة من الصخر البركانيّ الجرانيتيّ)، ما أطلق بدوره الأحداث المكوّنة للجبال التي بلغت ذروتها في وقت لاحق في

(٧) أشجار شكوية: شجر خرج من الفصيلة الصنوبريّة يكثر في كاليفورنيا ويبلغ طوله في كثير من الأحيان ١٠٠ متر.

(٨) السيكاسيات: نبتة من فصيلة عاريات البذور شبيهة بالنخل.

(٩) أشجار مغولية: نوع من النبات جميل الورق والزهر.

الدينوصورات (حيوانات ما قبل التاريخ)

الدينوصورات زواحف منقرضة عاشت بين ٢٣٠ مليون سنة و٦٥٠ مليون سنة خلت. وقد ظهر تعبير الدينوصور، لأول مرة، في العام ١٨٤٢ على يد عالم التشريح البريطاني السير ريتشارد أوين. والتعبير مشتق من كلمتين يونانيتين: دينوس Deinos، وتعني هائلاً أو رهيباً، وسوروس Sauros، وتعني عطاءة^(١). وخلال أكثر من ١٤٠ مليون سنة، سادت الدينوصورات على غيرها من حيوانات الأرض. وقد ميز أوين الدينوصورات عن سائر زواحف ما قبل التاريخ، كون أقدامها كانت منتصبة بدلاً من أن تكون ممتددة؛ وكون الحوض، أو عظم الورك، كان مدعوماً بثلاث فقرات من العمود الفقريّ أو أكثر. وتنقسم الدينوصورات إلى رتبتين: عظاميات الحوض Saurischia وطيريات الحوض Ornithischia. وما يزال الكثير من عظام الدينوصورات محفوظةً في ترشبات تعود إلى الدهر الوسيط (الميسوزويّ)، المعروف أيضاً بزمان الحيوانات الوسطى أو زمن الزواحف. ويقسم الدهر إلى ثلاثة عصور: الترياسي بين ٢٤٠ مليون سنة إلى ٢٠٨ ملايين سنة خلت، والجوراسي بين ٢٠٨ ملايين سنة و١٤٤ مليون سنة خلت، والطباشيري بين ١٤٤ مليون سنة و٦٥٠ مليون سنة خلت.

تعود أقدم إشارات التاريخ المعروفة إلى عظام الدينوصورات، إلى القرن الخامس قبل الميلاد. فبعض العلماء يعتقد أنّ المؤرّخ اليوناني هيرودوتس كان يشير إلى هياكل وبيوض دينوصوريّة متحجرة، حين تحدّث عن مشاهدته حيوانات الجرفين Griffin - وهي وحوش أسطوريّة كان يُعتقد أنّها مزيج من الثّسور والأسود - تحرس أعشاشاً في آسيا الوسطى. ويُعتقد أنّ إشارة نصّ صينيّ يعود إلى القرن الثّالث بعد الميلاد إلى «عظام الثّانين»، هي في الواقع إشارة إلى عظام الدينوصورات.

بدأ علماء الحياة القديمة Paleontologists بدراسة عظام الدينوصورات، لأول مرة، في بداية القرن التاسع عشر بُعيد اكتشاف عظام ناقصة لدينوصوري الميجالوسوروس Megalosaurus

السيزموسوروس Seismosaurus: أحد أكبر الدينوصورات المعروفة. يُعتقد أنّ طوله كان يصل إلى ٤٥م، وأنّه كان يقتات على النباتات فقط. أبرز أعدائه الدينوصورات الآكلة للّحم مثل تلك المنتمية لفصيلة التيرانوسوروس Tyrannosaurus. وقد انقرضت كلّ الدينوصورات منذ ٦٥ مليون سنة، ولا يعلم العلماء السبب على وجه التحديد. فبعضهم يعتقد أنّ كويكباً اصطدم بالأرض وأشعل حرائق في مختلف أنحاء العالم، وأنّ الغبار النّاجم عن الاصطدام، والدخان النّاجم عن الحرائق شكّلا طبقة في الجوّ عزلت ضوء الشمس، فانخفضت درجات الحرارة على الكوكب وماتت النباتات التي كانت تقتات عليها الدينوصورات.

المحيططات تشكّل محيطاً واحداً شاسعاً يسمى بانتالاسا، أي «كلّ البحار». ومنذ حوالي ٢٠٠ مليون سنة، دفعت حركات قشرة الأرض القازة العملاقة إلى التفكّك إلى كتلتين، شمالية وجنوبية، ما لبثتا أن تفكّكتا بدورهما إلى القارّات التي نعرفها اليوم مع نهاية زمن الدينوصورات.

نتيجة لتحركات قشرة الأرض، كانت الأراضي الواقعة عند خطّ الاستواء أقل بكثير ممّا هي عليه اليوم؛ وكانت بمجملها صحاريّ نتجت عن المناخ الدافئ النّاجم عن ظاهرة الدفيّة. ولم تكن المناطق المداريّة بيئة غنيّة، كما هي اليوم. ولذلك يعتقد أنّ النباتات والحيوانات ازدهرت في المناطق المعتدلة شمالي خطّ الاستواء وجنوبه.

وأبرز الفروقات بين بيئة عصر الدينوصورات والبيئة اليوم، اختلاف الكائنات الحيّة. فخلال الدهر الوسيط (الميسوزويّ)، كان عدد أنواع الحيوانات والنباتات أقلّ من نصف العدد المعروف حالياً. فالأدغال والأشجار كانت المصدر الرئيسي لطعام الدينوصورات، بدلاً من الأعشاب التي يرعاها معظم حيوانات اليوم. وعلى الرغم من ظهور نباتات مزهرة خلال زمن الدينوصورات، لم يحمل إلّا القليل منها ثماراً.

وكانت عمليّات الاستقلاب^(٢) Metabolism أبسطاً لدى حيوانات ذلك الزمن، كما أنّ أدمغة هذه الحيوانات كانت أصغر حجماً، ما يوحي بأنّ الحياة

كانت بطيئة وأنماط حيات الحيوانات كانت بدائيّة. وقد ظهرت أولى الحيوانات النشطة - كالتمل والزنايبير والعصافير والثدييّات - في زمن الدينوصورات، لكنّها لم تكن منتشرة بوفرة كما هو الوضع اليوم.

الدينوصورات عظائيّة الحوض

تميّزت الدينوصورات عظائيّة الحوض بحوضها البدائي المؤلّف من عظمتين، تمتدّ كلّ واحدة منهما من أحد الوركين إلى أسفل من الخلف. وكان تركيب الحوض شبيهاً له في زواحف بدائيّة أخرى، لكنّ الدينوصورات عظائيّة الحوض امتازت على هذه الزواحف بعمودها الفقري الصلب وعدم وجود مخالب على الأصابع الخارجيّة الأماميّة وطرفين أماميّين أقصر بكثير من الطّرفين الخلفيّين.

ثالثيات القدم Theropods

كانت جميع ثالثيات القدم تقريباً آكلات للّحوم. وامتازت هذه الحيوانات بأنّها كانت تمشي على القدمين الخلفيّتين. وبلغ طول بعضها ١٢ م ووزنها ٥ أطنان، لا سيّما التيرانوسوروس ريكس Tyrannosaurus Rex الذي عاش في العصر الطباشيريّ. وفي ثالثيات القدم العملاقة، كان الفكّ والأسنان مهنيّةً لتمزيق الضحايا. وتظهر آثار الأقدام المحفوظة في الأحافير أنّ ثالثيات القدم كانت تجري بسرعة أكبر من الدينوصورات آكلة النباتات، كما أنّها

كانت أكثر تصميمياً في سيرها. وكان بعض ثالثيات القدم كالكومبسوجناثوس Compsognathus أصغر حجماً وأكثر رشاقة وبنيته شبيهة ببنية الطيور سريعة الجري المعاصرة كالجواب^(٣) Roadrunner. وكان الرأس في هذه الحيوانات نحيلاً ومزوّداً بمنقار أحياناً كثيرة، ما يدلّ إلى أنّ هذه الحيوانات اقتاتت على الحيوانات الصغيرة كالعطاءات والدينوصورات الصغيرة، وكان لبعضها أدمغة شبيهة بأدمغة الدجاج والأبوسوم^(٤) في عصرنا الحاضر.

وحملت حيوانات أخرى من ثالثيات القدم، واسمها الكواسر Raptors، مخالب قويّة كمخالب الثّسر على أطرافها الأربعة، واستخدمت أذيالها اللّينة للحفاظ على توازنها أثناء التنافها حول نفسها. ويُعتقد أنّ هذه الحيوانات كانت تصطاد ضمن مجموعات. ويعتقد الكثير من علماء الحياة القديمة أنّ الطيور نشأت من ثالثيات القدم الصغيرة والبدائيّة نفسها التي تعتبر أسلافاً للكواسر. وقدم لهذه النظريّة الدعم، اكتشافُ عشّ لثنائتي القدم المعروف بالأوفيراپتور Oviraptor في صحراء جوبي. وقد وُجدت في العش أوفيراپتور أنثى متحجرة جالسة على حوالي ١٥ بيضة، وتشبه في جلستها هذه جلسات الطيور المعاصرة على بيوضها.

الدينوصورات طيريات الحوض

في طيريات الحوض البدائيّة، كانت البنية العظميّة

التّازلة من الخلف على كل طرف من طرفي الورك، مؤلّفة من عظمتين، فبذا الورك شبيهاً بورك الطيور. وكانت طيريات الحوض الأولى الآكلة للثّبات تمشي على قدمين بطول متر واحد تقريباً.

الانقراض

لا يتفق العلماء على سبب انقراض الدينوصورات. فأحدى النظريّات تقول إنّ الدينوصورات زالت من الوجود بسبب تغيّرات بيئيّة نتجت عن اختفاء البحار الضّحلة من على وجه القارّات مع نهاية زمن الدينوصورات. ويرى أصحاب هذه النظريّة أنّ أعداد الدينوصورات وأنواعها تضاعلت مع مرور ملايين السنوات.

وتفترض نظريّة أخرى أن كويكباً أو مذنباً اصطدم بالأرض، فدمّر بيئة الكوكب وسبّب انقراض الدينوصورات. وقد اكتشف العلماء فوهة مطمورة ناتجة عن اصطدام كويكب أو مذنبّ بالأرض، وذلك في شبه جزيرة يوكاتان في المكسيك. وقد وجدوا أيضاً رذاذاً ناتجاً عن هذا الاصطدام في مناطق مختلفة من أميركا الشماليّة ومناطق أخرى من العالم. ومع تحليل هذه الفوهة والرذاذ بطريقة القياس الإشعاعي Radiometry، وبمقارنة المعلومات بالأحافير الدينوصوريّة وإخضاع هذه الأخيرة للقياس الإشعاعي، وجد العلماء أنّ الاصطدام وانقراض الدينوصورات حصلا في الزمن نفسه تقريباً.

فالיום كان أقصر ممّا هو عليه حالياً بدقائق عدّة،

وذلك لأنّ تأثير جاذبية الشمس والقمر على الأرض قد أبسط حركة كوكبنا منذ زمن الدينوصورات إلى اليوم. ولم تكن أشعة الشمس بالقوّة التي هي عليها اليوم، فالعلماء يعتقدون أنّ

الشمس قد ازدادت توهّجاً مع مرور الوقت.

ومن الخصائص البيئيّة الأخرى، ما يمكن رده إلى اعتبارات لها علاقة بغلاف الأرض الجوّي. فثاني أكسيد الكربون، وهو غاز يحجز حرارة الشمس داخل الغلاف الجوّي في ما يسمى ظاهرة الدفيّة Greenhouse Effect، كان متوافراً في الهواء بأضعاف مضاعفة خلال زمن الدينوصورات مقارنة بما هو عليه اليوم. ولذلك، كانت درجات الحرارة على سطح الأرض أعلى ممّا هي عليه اليوم، بحيث لم تتشكّل طبقات جليديّة قطبيّة.

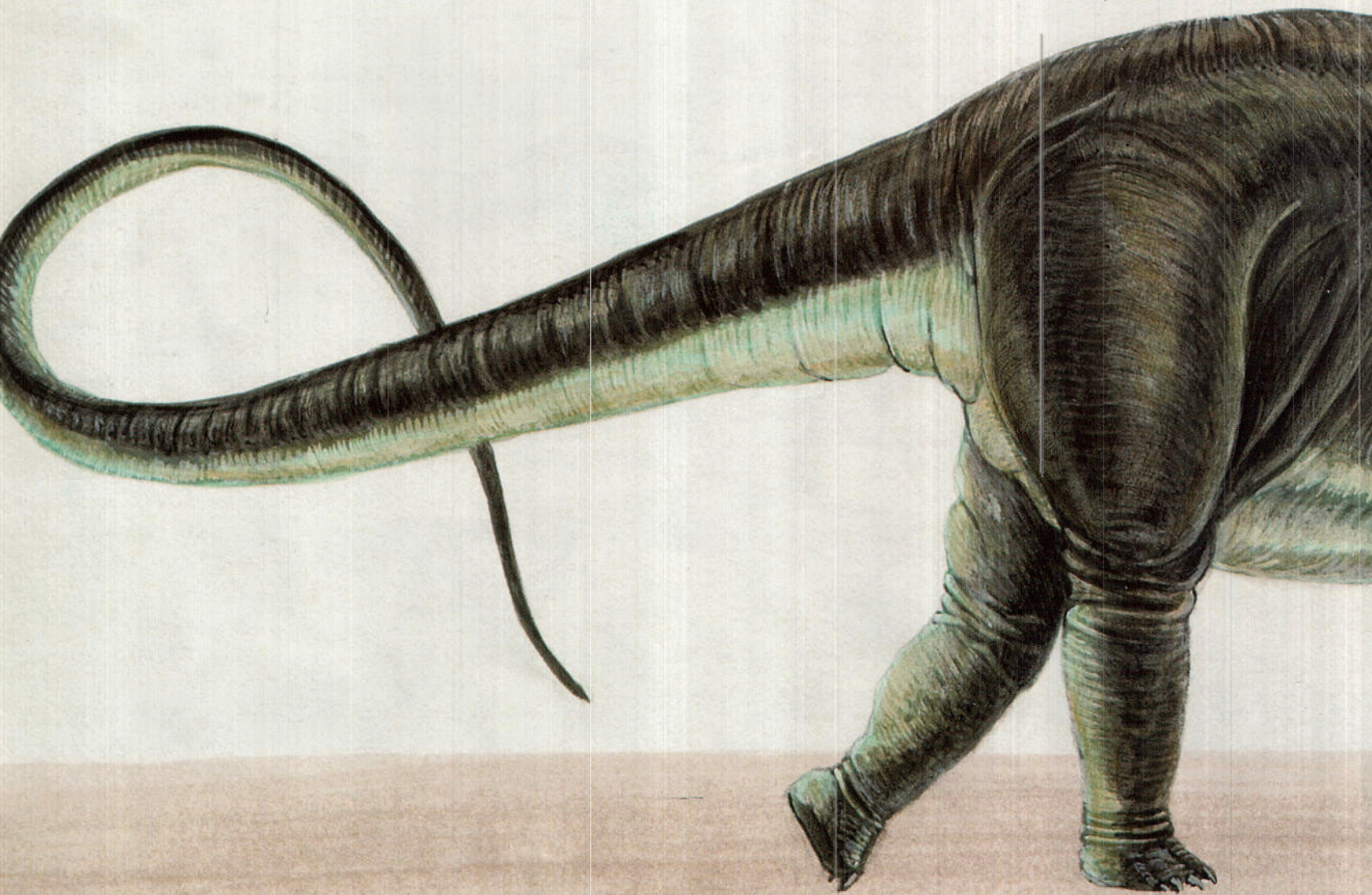
وكان توزّع القارّات والمحيطات مختلفاً جداً

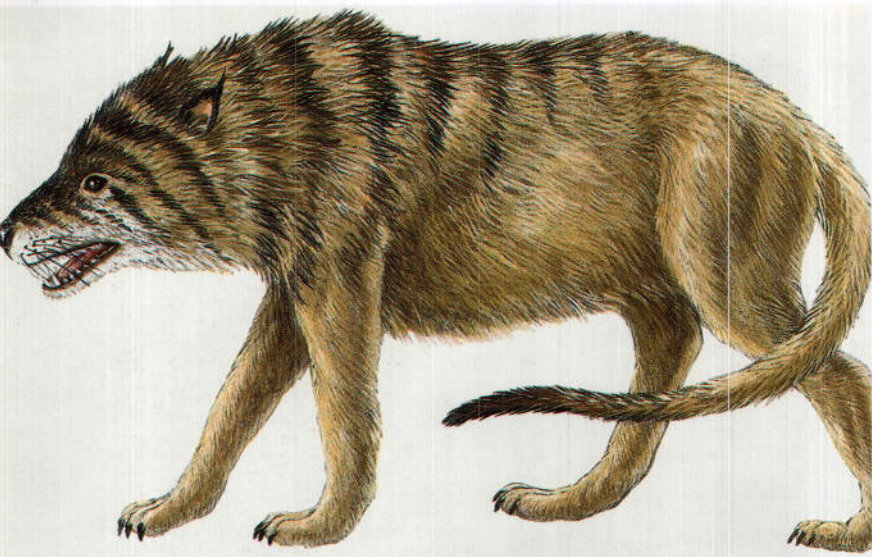
آنذاك. ففي بداية زمن الدينوصورات، كانت القارّات مندمجة في قارّة عملاقة تسمّى بانجيا، ويعني اسمها «كلّ اليابسة»، فيما كانت

(٢) الإستقلاب: مجموع العمليات الكيميائية التي تحدث داخل الكائنات الحية ويتحوّل بموجبها الطّعام إلى طاقة.

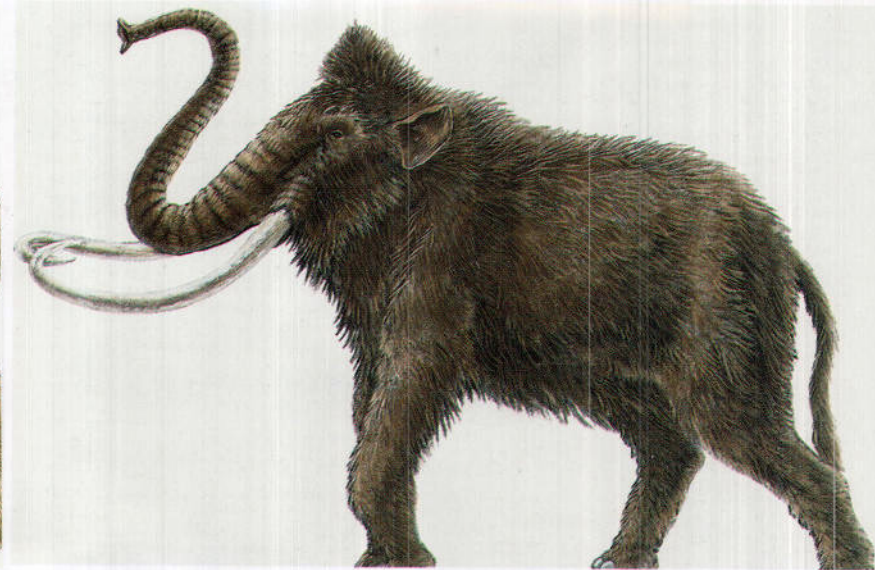
(٣) الجواب: طائر أمريكي سريع.

(٤) الأبوسوم: حيوان أمريكي من فصيلة الخردان الجرابية يتظاهر بالموت حين يلدق خطر الموت به.

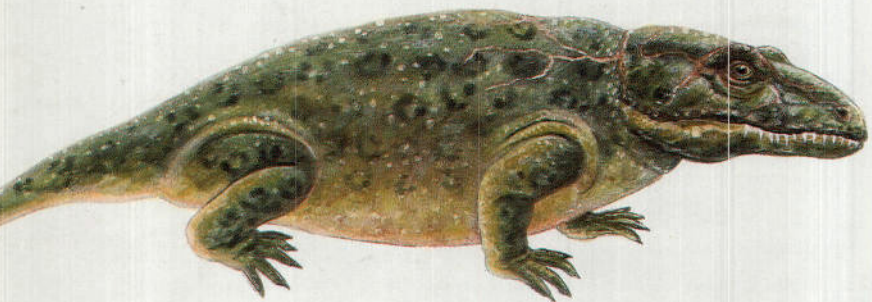

^[1] عطاءة: سحلية، سقاية.



بروتيلاسينوس Prothylacynus حيوان لبون
عاش في العصر الثلاثي الأوسط أو الميوسين



الماموث Mammuthus Trogontherii حيوان لبون عاش في العصر البليستوسين



ماستودونسوروس Mastodonsaurus حيوان من الزواحف عاش في العصر الترياسي



باسيلوسوروس Basilosaurus حيوان لبون
عاش في العصر الحديث السابق أو الايوسين



فيلوسيراپتور Velociraptor دينوصور من آكلة اللحوم، عاش في العصر الطباشيري



جيرافو كريكس Giraffokeryx حيوان لبون
عاش في العصر الثلاثي الأوسط أو الميوسين



أوليغوكيفوس Oligokyphus حيوان لبون عاش في العصر الجوراسي



فيناكودوس Phenacodus حيوان لبون
عاش في العصر الحديث اللاحق (الأولييجوسين)



سينتيتوسيراس Synthetoceras حيوان
لبون عاش في العصر الحديث القريب
أو البليوسين

الحفاظ على البقايا من الضّرر. ولم يتسكّن العلماء من التعرف بشكل كامل إلّا على ١٠٪ فقط من أنواع الدينوصورات التي عاشت يوماً على وجه الأرض، وذلك من بين حوالي ٣٠٠٠ عينة تمّ جمعها إلى اليوم، وحوالي ٥٠ هيكلًا عظميًا كاملاً من بين ٣٠٠ نوع مكتشف من أنواع الدينوصورات.

وتدلّ أشكال عظام الدينوصورات على كيفية تعامل هذه الحيوانات مع بعضها البعض، وعلى شكل الجسم ووزنه وقموضه. وتدلّ أضلاع العظام والفجوات فيها على قوّة العضلات وتكيفها، فيما تدلّ حلقات العظام على سرعة النمو. وتدلّ تجويفات العظام المريضة أو المكسورة أو المقضومة، على الأخطار التي تعرضت لها الدينوصورات. وتدلّ تجويفات العظام على شكل الدماغ والحبل الشوكي والأوعية الدموية. وتدلّ العظام Ossicles الحشائمة في الجمجمة على شكل العين وبؤبؤها. ويدلّ تركيب الجمجمة والمحتويات المتحرّجة لمنطقة البطن، على عادات الحيوان الغذائية.

وما يزال بعض الجزئيات العضوية محفوظة في العظام بكميات ضئيلة جداً. ومن دراسة نظائر الذرات داخل هذه الجزئيات، يحذّد العلماء أتمّاط انتقال الحرارة داخل جسم الدينوصور، ونوعية الطعام الذي كان يتناوله، والمياه التي كان يشربها. وتدلّ انطباعات في الترسّبات على بنية الجلد وشكل القدم، فيما تدلّ آثار الأقدام على سرعة الدينوصور وعاداته في التنقّل. وقد اكتشف الأميركيون الكثير من الأحافير

ويُعتقد أنّ الحرائق التي نتجت عن الاصطدام، ألهمت غابات أميركا الشماليّة والجنوبيّة؛ والدليل على ذلك كمّيات الرماد الكبيرة العائدة إلى تلك الفترة والتي وجدت بكثرة في القارّتين. ويعتقد أنّ الغبار الناتج عن الاصطدام حجب ضوء الشمس في سائر أنحاء الأرض لشهور عدّة؛ وأنّ الكبريت الحارق الناتج عن الصدمة وبخار المياه والكلورين الناتجين عن المحيطات، تجمّعت في الغلاف الجوي لتَهْطِلَ على شكل مطر حمضي. وأغلب الظنّ أنّ احتجاب ضوء الشمس والمطر الحمضي أوقفَا نموّ النباتات، فماتت الدينوصورات الآكلة للنبات من الجوع، وتلتها الدينوصورات الآكلة للّحوم المعتمدة عليها مصدراً للغذاء. أمّا الحيوانات الأخرى، كالصّفّادع والعظاءات والصلحاحف الآكلة للحشرات والتديّيات، فاستمرّت كلّها، لأنّها كانت تعتمد في غذائها على حيوانات آكلة للموادّ النباتيّة المتحلّلة. ويؤكّد استمرار وجود هذه الحيوانات أنّ معظم سطح الأرض لم يتجمّد بفعل احتجاب ضوء الشمس.

دراسة الدينوصورات

توجد بقايا الدينوصورات، غالباً، مدفونة في ترسّبات على اليابسة، وتكثر في المناطق حيث ترسّبات الغرين الخشن (الطيني) والرمل الناتجة عن أنهار الدهر الوسيط (الميسوزويّ) تكون مكشوفة. ويسهل اكتشاف البقايا في المناطق الوعرة الجرداء حيث الترسّبات غير مغطّاة بالترتية. ويتضمّن البحث والتنقيب عن البقايا الكبيرة، وسائل مضمّنة تهدف إلى

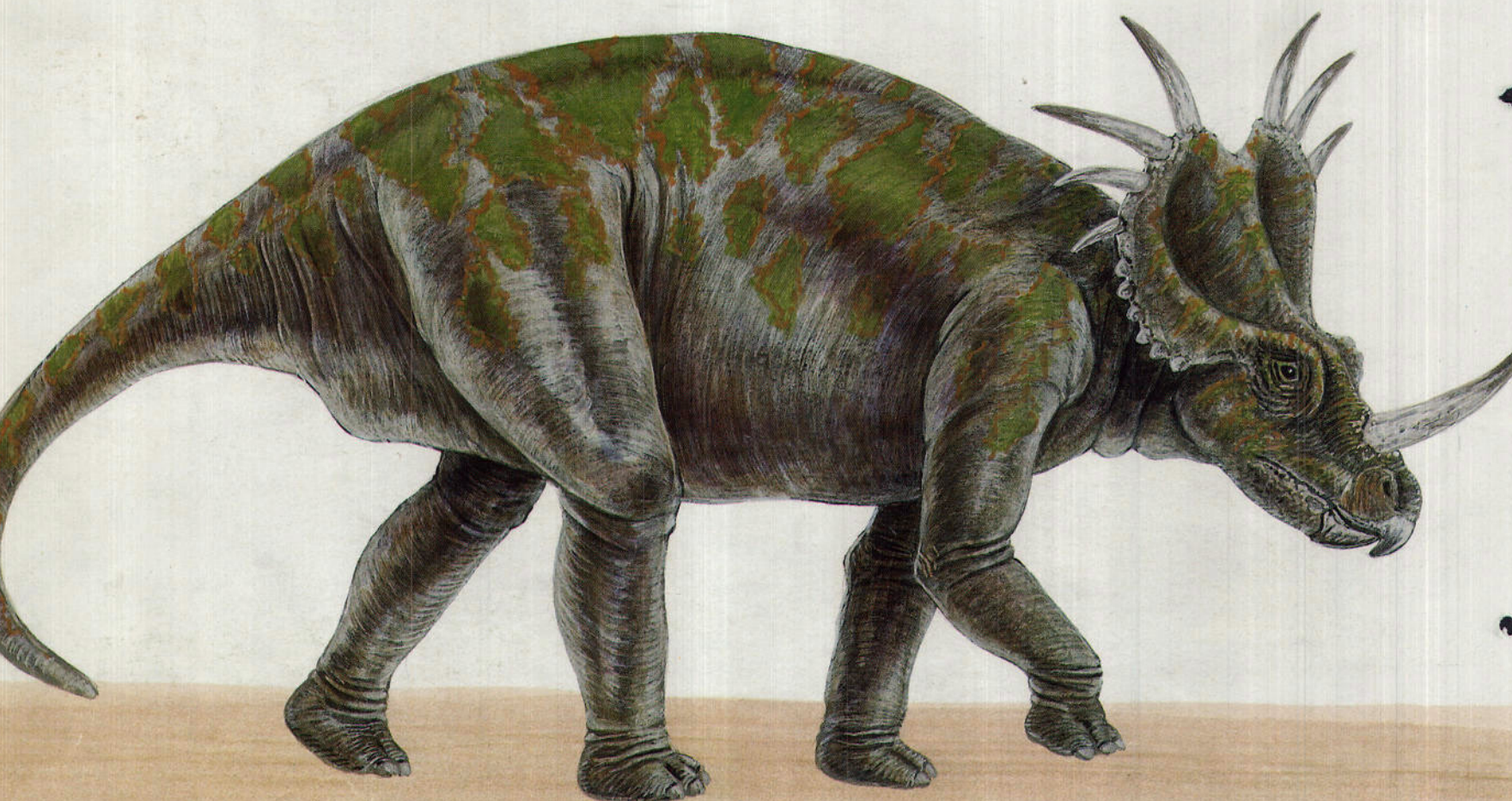
(٥) المشيمة: غشاء الجنين الذي يخرج معه بعد الولادة.



التيرانوسوروس ريكس **Tyrannosaurus Rex**: يعني اسمه باللاتينية العظاءة – الطاغية الملك. دينوصور كبير كان يمشي على قدمين ويقتات على اللحوم، وينتمي إلى فصيلة العظاءات الطاغية Tyrannosauridae التي عاش أفرادها في أواخر الدهر الوسيط (الميسوزوي). كان يبلغ طوله ١٢م وارتفاعه ٦م ويزيد وزنه عن ٥ أطنان، وكانت بُنيته تساعده على اقتراس الدينوصورات الضخمة الآكلة للنباتات التي كانت تعيش على أيامه منذ ٧٠ مليون سنة. فجمجمته الطويلة كانت مزودة بفكين قويين يحملان أسناناً مزدوجة التسنين، وصل طول بعضها إلى ١٥ سم.

وكان طرفاه الأماميان قصيرين وغير متناسقين مع جسمه الضخم، لكن كل طرف حمل مخيلين حادين. أما طرفاه الخلفيان القويان فحمل أحدهما ثلاثة مخالب حادة مشيرة إلى الأمام وحاضرة لتمزيق اللحوم، ومخلباً رابعاً مشيراً إلى الخلف. وتدلّ الأحافير التي اكتشفت في أميركا الشمالية (في ولايتي مونتانا وساوث داكوتا) وفي منجوليا، وذلك في طبقات العصر الطباشيري الأعلى، إلى أنّ هذا الدينوصور وُجد وانقرض خلال بضعة ملايين من السنوات، ما يعتبر فترة قصيرة نسبياً في سلم الزمن الجيولوجي.

الستيراكوسوروس **Styracosaurus**: دينوصور من آكلة النباتات، مزود بقرن، ذو جسم معتدل الحجم بطول ٥,٥م. وإضافة إلى القرن المنحني الطويل، كان الحيوان يحمل ستة نتوءات حول عنقه. وكان هذب العنق مزوداً بفتحتين كبيرتين يغطيهما الجلد، ويُعتقد أنّ دورهما كان تخفيف وزن الدينوصور. وقد عاش هذا الحيوان خلال العصر الطباشيري المتأخر أي منذ ٨٥ مليون سنة. ويعني اسمه العظاءة الشبيهة بجذع الشجرة.



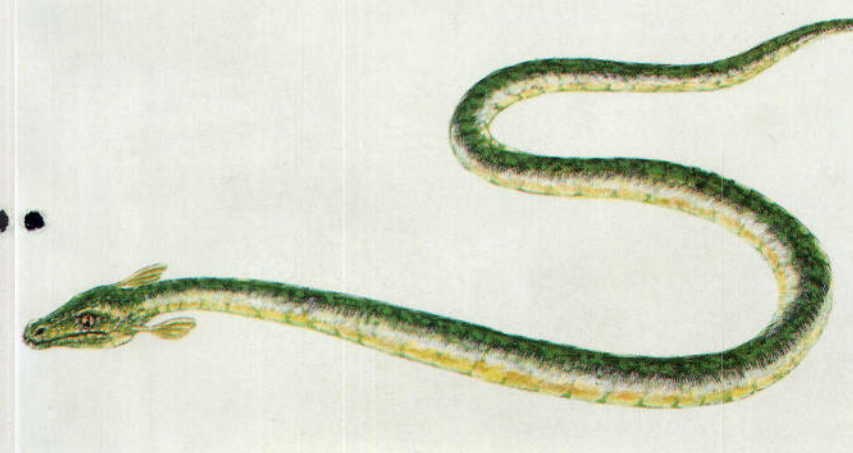
الأرض. ويقدم هؤلاء العلماء العون للعلماء الآخرين في دراستهم للنبات التي عاشت فيها حيوانات ما قبل التاريخ. **التطور والانقراض**: تقدم دراسة حيوانات ما قبل التاريخ دلائل تدعم نظرية النشوء والتطور التي تقول إنّ جميع الكائنات الحية تطوّرت ببطء من كائنات أبسط منها، وإنّ الكائنات تتغيّر استجابة لتغيّر البيئة – أي إنّها تطوّر صفات خاصة تزيد من قدرتها على التأقلم مع الظروف الجديدة. ومع نشوء حيوانات في أزمنة ما قبل التاريخ، انقرضت أخرى. وقد حصلت موجات انقراض كثيفة في فترات عدّة. فالبرمائيات الضخمة انقرضت مع نهاية العصر الترياسي، وانقرضت الدينوصورات وغيرها من الزواحف العملاقة مع نهاية الدهر الوسيط (الميسوزوي)، بينما انقرض الكثير من حيوانات الزمن الجليديّ منذ حوالي ١٠,٠٠٠ سنة. وقد اختلف العلماء حول أسباب انقراض حيوانات ما قبل التاريخ؛ فبعضهم يرى أنّ أحداثاً مفاجئة، كاصطدام كويكب بالأرض، خلّفت موجات انقراض واسعة، لكنّ بعضهم الآخر يرى أنّ هذه النظرية لا تفسّر انقراض بعض الحيوانات دون البعض الآخر، وأنّ أسباب الانقراض اختلفت من مجموعة حيوانية إلى أخرى. فانخفاض درجات الحرارة ربما لم يلائم بعض المجموعات الحيوانية، كما أنّ مجموعة حيوانية معينة قد فشلت في منافسة مجموعة أخرى على مصادر الطعام؛ ومجموعة ثالثة قضى عليها المرض. وهكذا باختصار، يرى هؤلاء العلماء أنّ الحيوانات التي لا تتأقلم مع تغيّر الظروف البيئية تنقرض، وأنّ الأنواع المنقرضة أكثر بكثير من تلك المستمرة إلى اليوم.

الأرض. ويقدم هؤلاء العلماء العون للعلماء الآخرين في دراستهم للنبات التي عاشت فيها حيوانات ما قبل التاريخ. **التفسير لدلائل الأحافير**: لم تُحفظ حيوانات ما قبل التاريخ بشكل كامل إلا في حالات نادرة. فالأحافير تضم عظاماً أو أسناناً أو أصدافاً، وهي أعضاء تتحلّل ببطء، مقارنة بالجلود والعضلات وسائر الأعضاء الطرية. لكنّ العلماء قادرون على استنتاج الكثير عن حيوانات ما قبل التاريخ، بدراسة الأجزاء المحفوظة من هذه الحيوانات. فبالعلماء يتون استنتاجاتهم عبر مقارنة الأحافير بالحيوانات الحية. فهم يقدّرون شكل وحجم الحيوان المحفوظة عظامه في أحفورة، بمقارنة عظامه بعظام حيوان قريب منه. وتساعد هذه المقارنة العلماء على معرفة سبل عيش حيوان ما قبل التاريخ. فحيوان ذو عظم ساق طويل كان يجري بسرعة، وحيوان ذو عظام ساقية قصيرة وقوية كان يحفر الأرض بحثاً عن الطعام. وتدلّ الأسنان الحادة إلى أنّ صاحبها كان حيواناً آكلاً للحوم، بينما الحيوان ذو الأسنان الكليية (غير الحادة) كان حيواناً آكلاً للنبات. وتشير حيوانات تسمى أحافير حيّة، إلى بنية وأسلوب حياة الحيوانات المنقرضة. فالأحفورة الحية حيوان حيّ مرتبط ارتباطاً وثيقاً بحيوان منقرض. ومن الأمثلة الكويلاكانت Coelacanth، وهو ضرب من الأسماك مفضضة الزعانف تعيش في السواحل الجنوبية الشرقية لأفريقيا، وهي لم تتغيّر كثيراً عنها في عصور ما قبل التاريخ. وقد خلف بعض مجموعات حيوانات ما قبل التاريخ، أنواعاً بعيدة كل البعد عنها. فالعصافير أقرب

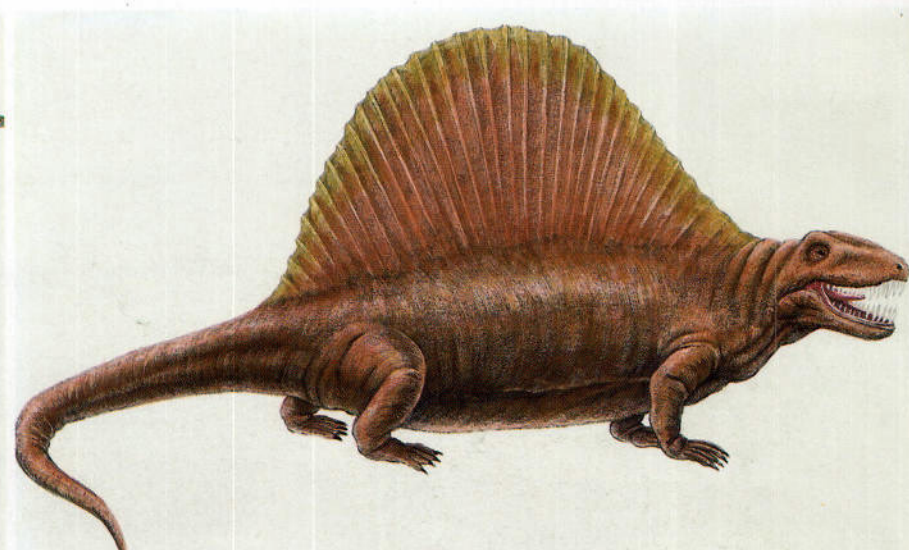
التاريخ قد انقرضت. وأهمّ هذه الحيوانات أسلاف الكسلان وحيوانات الماموث والهررة ذات الأسنان المسنّقة ووحيد القرن المكسّ بالصوف. **توزّع الثدييات**: منذ حوالي ٢٥٠ مليون سنة، كانت القارئات قد تقاربت في قارة عملاقة واحدة. ومنذ حوالي ٢٠٠ مليون سنة، بدأت هذه الكتلة الضخمة بالتفكك مجدداً إلى قارئات منفصلة تباعدت ببطء حتى استقرت في أمكنتها الحالية. وقد نشأت المشيميات في الأجزاء الشمالية من القارة العملاقة، ولم تصل إلا أعداد قليلة من هذه الحيوانات إلى استراليا وأميركا الجنوبية، عندما انفصلت هاتان القارئتان عن القارة العملاقة. ولذلك، تطوّرت الجرايات إلى أنواع عدّة في استراليا وأميركا الجنوبية، كونها لم تجد منافسة على الطعام وأماكن الإقامة، من المشيميات الأكثر تطوّراً منها. أمّا في القارئات الأخرى، فقد انقرضت الجرايات بسبب المنافسة الشديدة من المشيميات. وقد تطوّرت أنواع كثيرة من جرايات ما قبل التاريخ إلى أشكال شبيهة بمشيميات معينة. ففي استراليا، نجد حالياً الأيوسوم الشبيه بالقوارض والوميت الشبيه بالخنزير والعفريت التاسماني الشبيه بالذئب. ويشبه الكنغر السريع الجري المشيميات ذات الحافر التي عاشت سابقاً في سهول أميركا الشمالية. وقد شابه نوع من الجرايات التي عاشت سابقاً في أميركا الجنوبية، الهوّ ذا الأسنان المسنّقة. **دراسة حيوانات ما قبل التاريخ** يدرس علماء الحياة القديمة (الپليونتولوجيون) حيوانات ما قبل التاريخ، بتفحص الأحافير التي تُعدّ سجلاً لتاريخ الحياة النباتية والحيوانية على وجه

أسلاف الفيل، فكان بحجم الخنزير ولم يكن له خرطوم أو أنياب. ومن الثدييات التي عاشت خلال بدايات الدهر الحديث، أسلاف القروذ والقوارض والسناجب والفئران والقنادس. مع حلول منتصف الدهر الحديث (السينوزوي)، كان الكثير من سلاسل الجبال قد أزالته عوامل التعرية، ما رشب تربة فوقية غنية في السهول المجاورة. وتمت أنواع جديدة من الأعشاب في السهول الخصبة، فتكاثرت في تلك البيئة أسلاف الحيوانات ذات الحوافر كالخصان والغزال والخنزير والجمال. وكبرت أحجام هذه الحيوانات مع الوقت، مثلاً، كان سلف الحصان بحجم المعزة. ومع تزايد أعداد ذات الحوافر، تأثّن المزيد من الفرائس للحيوانات المفترسة، وأبرزها في ذلك الوقت الهررة ذات الأسنان المسنّقة التي كان واحدها يحمل ناين بارزين مثل سيفين بطول ٢٠ سم يستعملهما في قتل الضحية. وفي آسيا وأفريقيا، تطوّر بعض القروذ إلى قروذ أكبر حجماً. وتضاعفت أنواع وأعداد القوارض، فأصبحت هذه الحيوانات أهمّ الثدييات على وجه الأرض في ذلك الوقت. ولاحقاً، برد المناخ وبدأ الزمن الجليديّ، وذلك منذ مليوني سنة، واستمر حتى ١٠,٠٠٠ سنة خلت. وخلال الزمن الجليديّ، تقدّمت الأنهار الجليدية، وتراجعت عدّة مرات على مناطق شاسعة على وجه الأرض، وظهرت حيوانات الماموث الضخمة وثقيلة الحركة وحيوانات وحيد القرن المكسّوة بالصوف. وقد ساعدت هذه الحيوانات على العيش في المناخ البارد، جلودها السمكية المعطّاة بالفرو. ومع تراجع الأنهار الجليدية لآخر مرة منذ حوالي ١٠,٠٠٠ سنة، كانت أنواع عدّة من ثدييات ما قبل

دوليكوسوما **Dolichosoma** حيوان من الزواحف عاش في العصر الكربوني

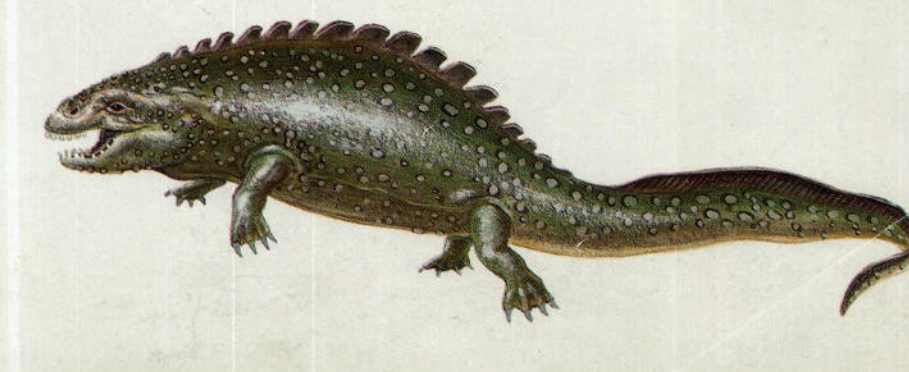


ديميلوس **Dimylus** حيوان لبون عاش في العصر الثلاثي الأوسط أو الميوسين



ديمترودون **Dimetrodon** حيوان من الزواحف عاش في العصر البرمي

پلاكودوس **Placodus** حيوان من الزواحف عاش في العصر الترياسي



الجيولوجيا

استمرت التصادمات بين صفائح القشرة الأرضية بالقوة نفسها منذ العصر الحديث السابق. وفي نصف الكرة الشرقي، اصطدمت البقايا الأفريقية - العربية والهندية من القارة العظمى السابقة جوندوانالاند بأوراسيا في الشمال، فأغلقت الطرف الشرقي من بحر تيثيس مخلفةً مكانه بقية صغيرة، هي البحر المتوسط. وساهمت قوى التضغوط الناتجة عن التصادم في رفع نظام واسع من السلاسل الجبلية، من الألب في الغرب إلى الهيمالايا في الشرق. وفي الوقت نفسه، اصطدمت الصفائح الأسترالية بالصفائح الأندونيسية، وبدأت الصفائح الشمالية أمريكية باعتلاء صفيحة الهادي، وبنيتجة ذلك، حوِّلت عملية توسع قاع البحر التي تنشأ من سلسلة جبال شرق الهادي إلى اتجاه متعاود مع محور السلسلة. ونشأ صدع تحولي كبير - هو صدع سان أندرياس في كاليفورنيا، الذي يتسبب بالزلازل - للتكيف مع هذا الانحراف في الحركة بين الصفيحتين. ومن الآثار الأخرى الناتجة عن الإصطدام، تشكل البنية الحوضية والجبلية جنوب غرب الولايات المتحدة، والإرتفاع المتواصل للسيرا نيفادا، وطفوخ كمية هائلة من الحمم البازلتية، التي شكلت تدريجياً هضبة كولومبيا. وبقي المناخ في هذا الحين شبه استوائي ورطباً في كافة أنحاء أميركا الشمالية وأوروبا، لكنَّ الاتجاه إلى ابتعاد تدريجيّ وطويل الأمد كان قد بدأ، وسوف يبلغ ذروته في العصور الجليدية في العصر الحديث الأقرب.

الحياة

ترسخت سيادة الثدييات في العصر الحديث

اللاحق على أشكال الحياة البرية. واستمرَّ الحصان، الذي نشأ في أميركا الشمالية، بالتطوُّر في تلك المنطقة. وسكنت ثلاث مجموعات من وحيد القرن العالم القديم والعالم الجديد على حدٍّ سواء: مجموعة، أصبحت منقرضة اليوم، اشمملت على بالوشيتيريوم الذي عاش في وسط آسيا وبلغ ارتفاعه ٥,٥ أمتار وطوله ٧,٦ أمتار، وهو أكبر حيوان ثديي عرفته الأرض؛ وعمارة ثديية منقرضة، هي التيتثيرات الشبيهة بوحيد القرن، التي كانت تضمُّ البرونتوتيريوم وهو أكبر حيوان بري في أميركا الشمالية في ذلك الزمن، إذ وصل ارتفاعه عند الكتف إلى ٣,٤م؛ ومجموعة الشاليكوتيريات، في أميركا الشمالية وآسيا، التي تميّزت بجسمه شبيهة بالحصان وجسم شبيه بالجمل ومخالب رفيعة وطويلة.

إنقرضت جمال العصر الحديث اللاحق، التي كانت بحجم الخروف، في أميركا الشمالية؛ لكنَّ بعضها هاجر إلى أميركا الجنوبية مع البقرّي والتابير (شبيهة بالخنزير). وفي غضون ذلك، رعت قطعان كبيرة من الأورودون (من سلالة الجمل وشبيهة بالخنزير) في سهول أميركا الشمالية، وكذلك فعلت ذوات الأسنان الداخلية («خنزير» عملاقة ذات أصابع متوازية) التي ظهرت أصلاً في هذه القارة؛ وقد انقرضت المجموعتان في العصر الثلاثي الأوسط. وكانت الغيلة الأولى حيوانات نصف مائية قصيرة عديمة الأنياب والخرطوم، وقد نشأ منها في أفريقيا المشنودون (حيوان يائس شبيه بالفيل) الذي لم يكن ارتفاعه قد تجاوز بعد ١,٥ م. وكانت اللواحم ذوات الأسنان قد تنشّعت لتشكّل الكلاب والسنوريات؛ وانقسمت السنوريات إلى مجموعتين، تطوّرت من إحداهما السنوريات المسيّفة الأسنان. وتمثّلت

القوارض أيضاً بأنواع كثيرة في ذلك العصر، وشملت الرئيسات حيوانات الترسيير والليمور. وأخيراً، وُجدت في الطبقات العائدة للعصر الحديث اللاحق، عظامٌ لسعادين العالم القديم الأولى، إضافة إلى نوع واحد من القرد الكبيرة.

العصر الثلاثي الأوسط، أو الميوسين (Miocene Epoch)

العصر الثلاثي الأوسط هو القسم الرابع من العصر الثلاثي في الدهر الحديث، ويمتد من ٢٤ إلى ٥ ملايين سنة خلت. إن ارتفاع السلاسل الجبلية الكبيرة، الذي بدأ نتيجةً لتصادم صفائح القشرة الأرضية في العصر الحديث اللاحق، استمرَّ بالقوة نفسها في العصر الثلاثي الأوسط. والسلاسل الجبلية الرئيسية التي استمرت في الإرتفاع هي جبال الألب في أوروبا والهيمالايا في آسيا والسلاسل الجبلية في الأميركتين. وقد تراكمت الرسابات المنحثة من سفوح بعض هذه السلاسل الجبلية في أحواض بحرية ضحلة، أصبحت في ما بعد الأحواض الغنية بالنفط التي نجدها في كاليفورنيا ورومانيا وعلى الشاطئ الغربي لبحر قزوين.

كان مناخ العصر الثلاثي الأوسط أبرد من مناخ العصر السابق. وقد ترسّخ نظام من التيارات المحيطية الجارية حول الأرض في نصف الكرة الجنوبي، وأدّى إلى قطع قارة القطب الجنوبي عن التيارات الدافئة الجارية في باقي أنحاء العالم. وقد عزّز ذلك تشكّل صفحة كبيرة من الجليد فوق قارة القطب الجنوبي. وفي نصف الكرة الشمالي، تحوّلت مساحات شاسعة من الأرض كانت مغطاة في السابق بالغابات الكثيفة إلى مروج عشبية. واشتملت حيوانات

العصر الثلاثي الأوسط على عدد من الثدييات، منها وحيد القرن والجمل والقطّ والحصان. وظهر في هذا الزمن المستودون والراكون وابن عرس. وعاشت في هذا الحين قرد كبيرة، قريبة لإنسان الغاب، في آسيا والجزء الجنوبي من أوروبا، وهذه القرد هي أقرب حيوانات العصر الثلاثي الأوسط للقرد الشبيهة بالإنسان، التي ظهرت للمرة الأولى في العصر الحديث القريب (الپليوسين).

العصر الحديث القريب، أو الپليوسين (Pliocene Epoch)

العصر الحديث القريب هو خامس وأحدث قسم من العصر الثلاثي في الدهر الحديث في جدول الأزمنة الجيولوجية، ويمتد من ٥ ملايين إلى ١,٦ مليون سنة خلت. على غرار العصر الثلاثي الأوسط، الذي سبقه، تمَّ تحديد العصر الحديث القريب وتسميته على يد الجيولوجي البريطاني السير شارلز لابل، استناداً إلى النسبة المئوية لأنواع المحار الحديثة الموجودة في السجل الأحفوري. في غرب أميركا الشمالية، ساهم انغراز حافة صفيحة الهادي التكتونية في رفع السيرا نيفادا وسلسلة الكاسكاد البركانية. وفي أوروبا، استمرت جبال الألب بالإرتفاع مع تغصّن القشرة عبر شقّة واسعة جداً من القارة، بفعل حركة الصفائح التكتونية.

وأصبح المناخ أبرد وأجفّ مع اقتراب عصور الجليد في العصر (أو الحين) الحديث القريب. وكانت الثدييات قد أصبحت منذ زمن بعيد شكل الحياة المسيطر على اليابسة؛ وأدّى التطوُّر السريع الذي عرفته مجموعة الرئيسات إلى ظهور أنواع تعتبر السوالف المباشرة للإنسان الحديث Homo Sapiens.



الألتش، أكبر نهر جليدي في الألب: يقع نهر الألتش الجليدي في سويسرا، في جبال فينستيرار. والألتش نهر جليدي، من النوع الذي له وادٍ مركّب، أي أنه مؤلف من ملئتي أنهار عدة جليدية لها واد واحد (وهي أنهار جليدية لها بدن وحيد يجري من حوض التجميع، تحت الجزء العلوي من الوادي). يصل طول الألتش إلى أكثر من ٢٠ كم، وهو يغطي مساحة تزيد عن ١٠٠ كم^٢.

نشوء القارات

پانجيا

پانجيا (من اليونانية Pangaia بمعنى «كل الأرض») هي القارة الأولية الافتراضية التي اقترحها الأرصادي الألماني ألفرد فجنر في العام ١٩١٢ كجزء من نظرية زحزحة القارات التي جاء بها. وتنصّ هذه النظرية على أنّ پانجيا تكوَّنت من السيل القاريّ (قشرة سطحية جرانيتية) الذي توازنه من الناحية التضاغطية، طبقةً من المادّة الصخرية الكثيفة (بزلت) تُعرف بالسيما، وتشكّل الجزء العلويّ من غلاف الأرض.

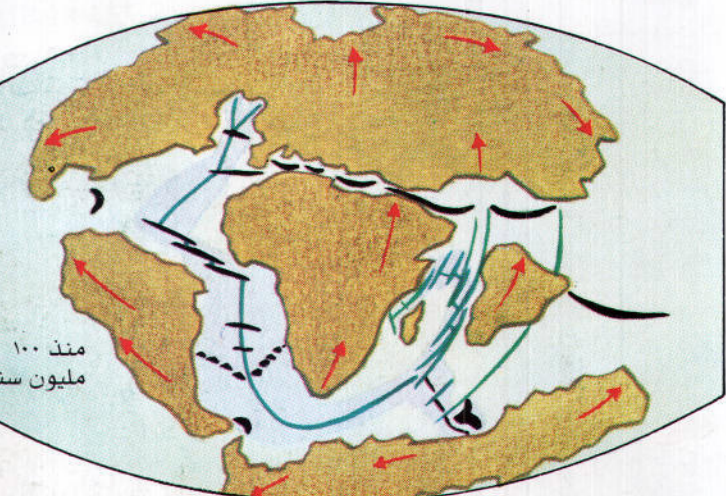
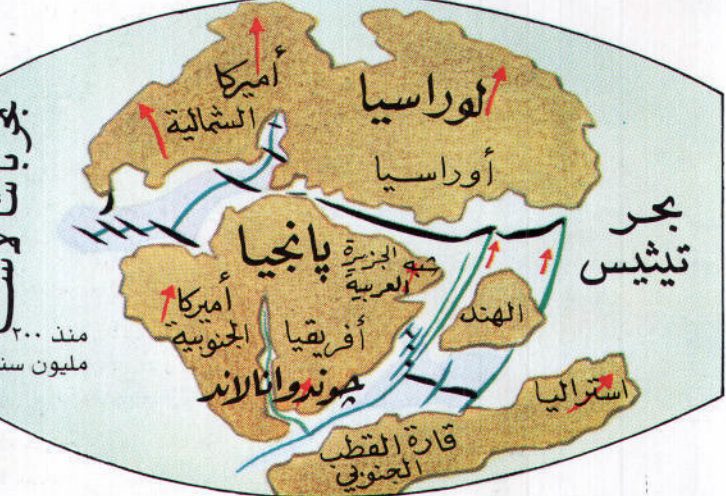
ويفترض فجنر أنّ القارة الأولية غطّت نصف سطح الأرض تقريباً وأحاط بها محيط عالمي يُعرف بالپانثالسا. وفي أواخر العصر الترياسي (٢٤٠ مليون إلى ٢٠٨ ملايين سنة خلت) بدأت پانجيا بالتكسّر، وانقسمت إلى قارة لوراسيا (المكوّنة من جميع القارات الشمالية الحالية) وقارة جوندوانالاند (جميع القارات الجنوبية الحالية). وابتعدت القارتان تدريجياً الواحدة عن الأخرى، ما أدّى إلى تشكّل المحيط الأطلسي.

ويُفسّر اليوم انقسام پانجيا بتكتونية الصفائح. وتنصّ هذه النظرية على أنّ قشرة الأرض الخارجية (أو الغلاف اليابس) تتألّف من صفائح كبيرة صلبة تتحرّك نسبة لبعضها البعض وتتفاعل عند حافّاتها، حيث تتباعد أو تتقارب أو تنزلق الواحدة بمحاذاة الأخرى فتتجاوزها. وانقسمت پانجيا عند خطّ التباعد بين صفيحتين ونشأ صدع تحت القارة. ومع ابتعاد قسمي القارة الواحد عن الآخر، ارتفعت المادّة الصخرية المصهورة من طبقة الوهن الواقعة تحت قشرة الأرض لتملأ الفراغ، فتكوّن بذلك قاع حوض المحيط الأطلسي الجديد.

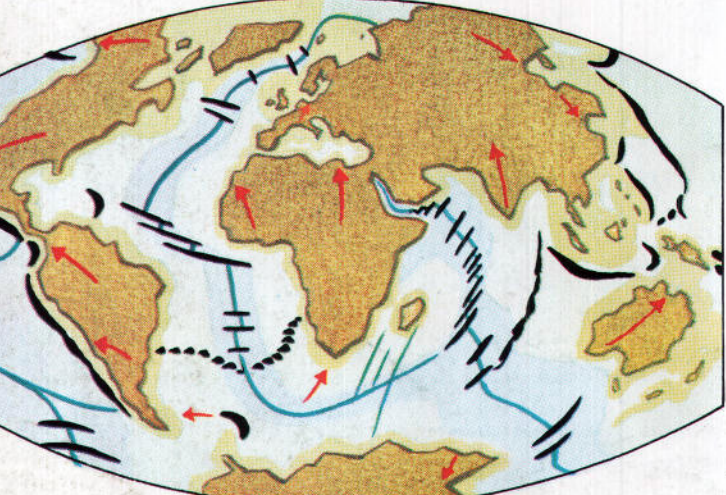
لوراسيا

لوراسيا هي كتلة قارية افتراضية في نصف الكرة الشمالية ضمت أميركا الشمالية وأوروبا وآسيا (باستثناء شبه الجزيرة الهندية). وقد افترض وجودها الجيولوجي الجنوبيافريقي ألكسندر دو توا في كتاب «قارتنا المرحلة» (١٩٣٧)، وهو صياغة جديدة لنظرية زحزحة القارات التي تقدّم بها الأرصادي الألماني ألفرد فجنر.

العصر الجوراسي، منذ أقل من ٢٠٠ مليون سنة، وبدأت تزيح باتجاه الشرق؛ وبدأت أستراليا تتخذ شكلها الحالي في العصر الفجريّ (الحديث الأسبق)، منذ حوالي ٥٠ مليون سنة، عندما انفصلت عنها قارة القطب الجنوبيّ وزاحت باتجاه الجنوب. وقد تراكمت الصخور الرسوبية السمكية التي تشكّل السلسلة القاسمة الكبيرة في قعيّة هائلة ذات اتجاه شماليّ جنوبيّ، خلال فترة غطّت معظم الدهر القديم (٥٧٠ مليون إلى ٢٢٥ مليون سنة خلت).

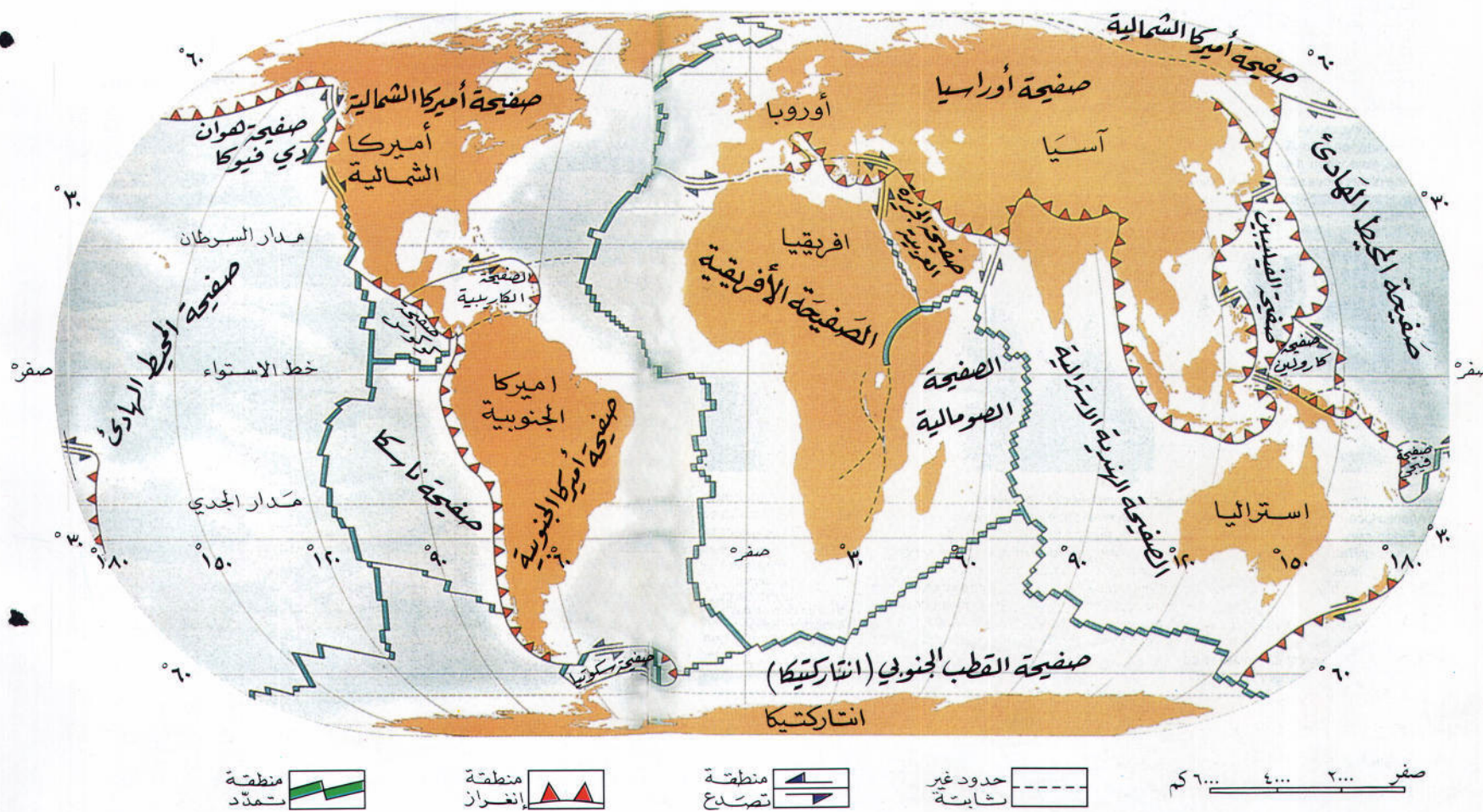


الوضع الحالي



سلاسل الجبال (أخضر)، الصدوع (أسود)، اتجاه التحرك (أحمر).

الصفائح التكتونية



تكتونية الصفائح

تكتونية الصفائح نظرية تفسر أصل معظم المعالم الكبرى على سطح الأرض. فعلى سبيل المثال، تفسر هذه النظرية سبب ظهور معظم البراكين في أماكن دون غيرها، وسبب وجود سلاسل جبال عالية وخنادق عميقة في المحيطات، وطريقة تكون الجبال.

وتقول هذه النظرية إنّ لأرض قشرة خارجية، مكونة من حوالي ٣٠ قطعة صلبة تُعرف بالصفائح التكتونية. وبعض هذه الصفائح ضخمة جداً؛ فمعظم المحيط الهادىء، مثلاً، يغطي صفيحة واحدة.

تتحرك الصفائح على طبقة من الصخر ساخنة جداً، بحيث أنها تسيل بالرغم من بقائها صلبة. وتتحرك الصفائح ببطء شديد، الواحدة بالنسبة إلى الأخرى. وتتحرك بسرعات قد تصل إلى حوالي ١٠ سنتيمترات في السنة.

تتحرك الصفائح منذ مئات ملايين السنين. لذا، فبالرغم من سرعاتها المنخفضة جداً، قطع بعضها مسافات شاسعة. والحقيقة هي أنّ حركة الصفائح قد غيّرت وجه الأرض إلى حد بعيد، طوال مئات ملايين السنين الماضية. وقد وجد علماء الأرض أنّه، قبل حوالي ٢٠٠ مليون سنة، شكّلت جميع القارات الحالية قارة واحدة كبرى تُعرف باليانجيا.

بنية الصفائح التكتونية

تتكون الصفائح التكتونية من قشرة الأرض والجزء الخارجي من الغلاف. والقشرة هي الطبقة الخارجية من الأرض، وهي صخرية التكوين وقليلة السمك. ويشكّل كلّ الأرض اليابسة وقاع المحيطات وأحواض

ومجاري كافة الأجسام المائية على سطح الأرض، جزءاً من القشرة. أما الغلاف فهو طبقة سميكة من الصخر الحار، ممتدة تحت القشرة وفوق النواة (كرة كثيفة في وسط الأرض). تتشكل القارات جزءاً من أعلى الصفائح، لذا فعندما تتحرك الصفائح، تتحرك القارات معها. وليس للصفائح التي تحمل القارات الحدود نفسها التي للقارات؛ فهي تشمل القارات وقاع المحيط على حدّ سواء.

يبلغ سمك الصفائح نموذجياً حوالي ١٠٠ كيلومتر. ولكنّ سمكها لا يتجاوز ٨ كيلومترات في بعض الأماكن من قاع المحيط، ويغوص ٢٠٠ كيلومتر تحت بعض أجزاء من القارات.

وتتشكّل الصفائح بمجمليها غلاف الأرض اليابس، أو القشرة الأرضية. وتُعرف طبقة الغلاف، الممتدة تحت الصفائح مباشرة، بطبقة الوهن. وتتراوح درجة حرارة الصخر في هذه الطبقة بين ١٣٠٠° و ٢٠٠٠° مئوية.

التفاعلات بين الصفائح

مع تحرك الصفائح التكتونية فوق منطقة الوهن، تتفاعل الواحدة مع الأخرى عند الحدود التي تفصل بينها. وتجد ثلاثة أنواع من الحدود: (١) المتباعدة، حيث تبتعد الصفائح الواحدة عن الأخرى؛ (٢) المتقاربة، حيث تتحرك الصفائح الواحدة باتجاه الأخرى؛ و(٣) المتحوّلة، حيث تنزلق الصفائح الواحدة بمحاذاة الأخرى.

تكون حدود الصفائح المتباعدة، في معظمها، في قاع المحيطات، حيث يخلق انفصال الصفائح، أو التصدّع، القشرة الأرضية. ويخلق التصدّع في القارات فرجات، تجري فيها المياه لتشكل شبكات نهريّة كبرى وبحيرات وحتى محيطات.

يؤدي انشقاق قاع المحيط إلى اتساع القاع. فالصهارة (الصخر السائل) ترتفع من منطقة الوهن، وتسدّ الفرجة بين الصفائح المتباعدة. ثمّ تتصلّب الصهارة مشكلة كميات متساوية من القشرة على حافتي الصفيحتين. وتُعرف عملية انفصال الصفائح وتكون قشرة جديدة، بتمدّد قاع البحر. وتخلق هذه العملية نحو ٢,٤ كم^٢ من قاع المحيط، كلّ سنة.

ويولّد التراكم التدريجي للقشرة المحيطية على حدود الصفائح، سلاسل جبال طويلة تحت سطح البحر؛ ويتكوّن بعض هذه السلاسل الجبلية على طول وسط أحواض المحيطات، فتُعرف بسلاسل جبال وسط المحيط. وتمتدّ إحدى هذه السلاسل المعروفة بسلسلة جبال وسط الأطلسيّ، من المياه شرق نيو فوندلاند في كندا إلى منطقة قبالة الطرف الجنوبيّ لأميركا الجنوبية.

تحدث الزلازل عند سلاسل الجبال المحيطية، عندما تنزل حافة إحدى الصفائح وتحتك بحافة صفيحة مجاورة. وتقع هذه الزلازل على مسافة قصيرة تحت سطح الصفائح، ما يدلّ على أنّ أحفّة الصفائح المتكونة حديثاً رقيقة جداً.

ويخلق انشقاق القارات بحاراً جديدة، إذ تملأ مياه المحيط الثغرة في القشرة القارية. فمناطق البحر الأحمر، مثلاً، هي في مرحلة متقدّمة من الانشقاق. وقد ملأت مياه المحيط الصدع - البحر الأحمر، الذي هو امتداد للمحيط الهنديّ.

ولا يزال الوادي الإنكساريّ الشرق أفريقيّ، وهو جزء من الوادي الإنكساريّ الكبير الذي يمتدّ من أثيوبيا إلى الموزامبيق ويتصل بالبحر الأحمر، في

مرحلة مبكرة من الإنكسار. ولم تصبح الفرجة عميقة بشكل كاف لتمتليء بمياه المحيط الهنديّ. لكنّ العلماء يعتقدون أنّه، بعد حوالي ٥٠ مليون سنة، قد يشقّ امتداداً لذلك المحيط أفريقيا الجنوبية الشرقية.

حدود الصفائح المتقاربة هي أماكن تُدمّر فيها اليابسة التي تتكوّن عند الحدود المتباعدة، عن طريق انصهارها من جديد في الغلاف. عند الحدود المتقاربة، تغوص حافة إحدى الصفائح وتنزلق تحت حافة الصفيحة المجاورة. وتُعرف هذه العملية بالإنغراز. ويمكن أن تخلق الصفيحة الغائصة أحاديدي محيطية عميقة، حيث تدخل في منطقة الوهن. ونظراً إلى أنّ حجم الأرض يبقى على حاله، فإنّ العلماء يعتقدون أنّ مناطق الإنغراز تستهلك القدر نفسه من قشرة المحيط الذي تخلقها سلاسل الجبال المحيطية.

وتسبب الصفائح المنغرزة زلازل عنيفة، وتولّد عادة خطأً من البراكين على طول حدود الصفيحة العليا. وتشكّل البركان عندما تنفجر الصهارة والغازات الحارة والشلطيا الصخرية مندفعة خارج السطح. وتخلق مناطق الإنغراز الصهارة، على عمق ١٢٠ كيلومتراً تقريباً، بإذابة ثلاثة أنواع من المواد: القشرة المحيطية في أعلى الصفيحة النازلة، والرسايات المحيطية الموجودة على أعماق كبيرة، ومنطقة الوهن المحجوزة في الزاوية بين الصفيحتين المتقاربتين.

وعند بعض حدود الصفائح المتقاربة، تكشط^(١) الصفيحة التي تركب على الأخرى، كتلة سميكة من أثيوبيا إلى الموزامبيق ويتصل بالبحر الأحمر، في

من الصخور الرسوبية عن الصفيحة النازلة. وتضيف هذه العملية كمية من المادة إلى حافة الصفيحة العليا. ففي كاليفورنيا، مثلاً، كانت هذه العملية المعروفة بالنشقي الإنغرازيّ، أو الإزدياد الإنغرازيّ، جزءاً كبيراً من سلاسل الجبال الساحلية.

وعند حدود صفائح متقاربة أخرى، تخفي حافة الصفيحة النازلة وكلّ ما يغطيها من صخور رسوبية وحتى قطع من حافة الصفيحة العلوية، تحت الصفيحة العلوية. وتؤدي هذه العملية المعروفة بلحّث الإنغرازيّ، إلى تقلص القارات. ويحدث هذا الإنحسار في المحيط الهادىء، على طول سواحل البيرو والتشيلي وشرق جزر ماريان.

وعند الحدود التي تتصادم على طولها الصفائح التي تحمل القارات، تتغطّن الطبقات الصخرية في الصفيحة الراكبة فوق الأخرى، وتنتشي مثل غطاء المائدة عندما يُدفع فوق الطاولة فيتجمع ويشكّل طيات. ومنذ حوالي ٤٠ مليون سنة، اصطدمت صفيحة، تشمل ما يشكّل اليوم دولة الهند، بالطرف الجنوبيّ للصفيحة الأوراسية، التي تضمّ أوروبا ومعظم آسيا. وبدأت الصفيحة الهندية الأسترالية تندفع تحت الصفيحة الأوراسية، إلى تغطّن الصخور في الصفيحة الأوراسية وتشكيل طيات فيها. وبمرور ملايين السنين، تكونت جبال الهيمالايا، أعلى نظام جبليّ في العالم.

إنّ **حدود الصفائح المتحوّلة**، حيث تنزلق الصفائح أفقيّاً، الواحدة بمحاذاة الأخرى، لا تخلق القشرة ولا تدمّرها. ولكنّ هذه الحدود، أو الصدوع المتحوّلة، تشهد حدوث زلازل عيفة. فعلى سبيل المثال، إنّ زلازل مدمرة وقعت في كاليفورنيا على طول أجزاء من حدود صفيحة متحوّلة تُعرف بصدع سان أندرياس.

ويشكّل صدع سان أندرياس جزءاً من الحدود بين صفيحتين كبيرتين - صفيحة أميركا الشمالية وصفيحة المحيط الهادىء. ويربط الصدع بين سلسلة جبال متمدّدة في خليج المكسيك وخندق قبالة ساحل كاليفورنيا الشمالية. وتقتل الأجزاء الواقعة غرب الصدع بصفيحة المحيط الهادىء، وتتحرك معها باتجاه الشمال الغربيّ.

حركة الصفائح

السرعة: يقيس علماء الأرض سرعة حركة الصفائح بمراقبة سرعة تحوّل كلّ صفيحة نسبة إلى الصفيحة المجاورة لها. وتزيح الصفائح اليوم حوالي ١٠ سنتيمترات في السنة، أي بسرعة نحوّ شعر الإنسان تقريباً. وقد تكون الصفائح تحركت في الماضي بسرعة ١٦ سنتيمتراً في السنة.

إنّ **النمط الإجماليّ** لحركة الصفائح التكتونية هو توسّع المحيط الأطلسيّ وتقلّص المحيط الهادىء. ويتوسّع الأطلسيّ لأنّ تتمدّد قاع البحر عند سلسلة جبال وسط الأطلسيّ، يستمرّ في خلق القشرة الأرضية. ويتقلّص الهادىء لأنّ قسماً كبيراً منه محاط بحدود صفائح متقاربة تستهلك قشرته. تتبع العلماء آثار حركات الصفائح التكتونية التي حدثت طوال ملايين السنين الماضية. ووفقاً

للوّصف المتفق عليه عموماً لحركة الصفائح، فقد شكّلت جميع القارات قارة واحدة هائلة تُعرف باليانجيا. وقد أحاط بهذه الكتلة محيطٌ هائل يُعرف باليانتالاسا. ومنذ حوالي ٢٠٠ مليون سنة، بدأت اليانجيا بالتكسّر إلى كتلتين ضخمتين، تُعرفان بجوندوانالاند ولوراسيا. ثمّ تكسّرت هاتان الكتلتان بدورهما إلى قارات، زاحت شيئاً فشيئاً إلى مواقعها الحالية.

أدلة على حركة الصفائح: يجد علماء الأرض الكثير من الأدلة على حركة الصفائح عند حدود الصفائح. ويدرس هؤلاء العلماء المعالم السطحية، مثل الجبال وخنادق المحيطات، ويحقّقون في تواتر الزلازل والثورات البركانية ومواقعها.

وتشكّل البراكين التي ترتفع داخل الصفائح، أدلةً أيضاً على حركة الصفائح. ويعتبر العلماء أنّ هذه البراكين ناتجة عن عواميد حارة جداً من مادة الغلاف، ترتفع من عمق الأرض إلى قاعدة القشرة. وتولّد هذه العواميد الصهارة التي ترتفع وتخترق القشرة، قبل أن تخرج إلى السطح في أماكن تُعرف بالنقاط الساخنة.

وعند مرور إحدى الصفائح فوق نقطة ساخنة، يمكن أن تولّد هذه النقطة سلسلة من البراكين. فعلى سبيل المثال، إنّ نقطة ساخنة تحت صفيحة المحيط الهادىء قد ولّدت البراكين التي شكّلت في ما بعد جزر هاواي.

وتقدّم دراسة المغنطيسية في الصخور القديمة، أدلةً أخرى على حركة الصفائح. وتوجد هذه الأدلة في الصخور التي تحتوي على جسيمات مغنطيسية. فعندما كانت هذه الصخور حارة وسائلّة، كانت الجسيمات المغنطيسية تتحرّك بسرعة كبيرة، حالت دون تأثّرها بحقل الأرض المغنطيسيّ. ولكن، مع ابتعاد الصخور وتصلّبها، تراصفت الجسيمات مع حقل الأرض المغنطيسيّ، مثل إبر بوصلة صغيرة. وهكذا، فإنّ الجسيمات تستمرّ باتخاذ اتجاه الحقل المغنطيسيّ، الذي كان سائداً أثناء ابتعاد الصخر.

وعندما تزيح الصفيحة التي تحتوي على هذه الصخور إلى عرض جغرافيّ مختلف، أوتدور على نفسها، لا تعود الجسيمات مترافقة مع حقل الأرض المغنطيسيّ. وتوفّر مقارنة الاتجاه الذي تشير إليه الجسيمات حالياً مع اتجاه حقل الأرض المغنطيسيّ الحاليّ، معلومات حول موقع الصفيحة عند تصلّب الصخر.

أسباب حركة الصفائح: تزيح الصفائح التكتونية بشكل رئيسي بسبب التغيّرات في درجة الحرارة وقوة الجاذبية. فمع ابتعاد الحافة التي تتشكّل على قاع المحيط، تنكمش الحافة وتصبح أكثر كثافة.

وبعد حوالي ٢٥ مليون سنة من الإبتعاد والإنكماش، تصبح الحافة كثيفة جداً، بحيث أنّ الجاذبية تتمكن من جذبها نزولاً إلى منطقة الوهن. وهناك، تقوم الحرارة الشديدة والضغط المرتفع الناتجان عن العمق، بتحويل قشرة حافة الصفيحة إلى مادة صخرية أكثر كثافة. ونظراً إلى ارتفاع الكثافة إلى هذا الحدّ، تجذب قوة الجاذبية حافة الصفيحة إلى منطقة الوهن بقوة أكبر.

وتُعرف هذه العملية بجذب اللوح لأنّ الحافة الغائصة تجذب وراءها باقي الصفيحة الشبيهة باللوح. ويعتبر الكثير من العلماء أنّ جذب اللوح هو الفعل الرئيسيّ الذي يسبّب حركة الصفائح الغائصة الأحفّة. وتؤدي قوة الجاذبية أيضاً إلى انزلاق الصفائح بعيداً عن سلاسل الجبال المحيطية.

وتُجذب سبباً آخر لحركة الصفائح في دفع الصفائح الواحدة للأخرى. ويعتقد العلماء أنّ الصفائح الكبيرة هي التي تدفع الصفائح الصغيرة.

ويمكن أن يؤثّر أيضاً ارتفاع أعمدة الصخر الحارّ من الغلاف وغيره من حركات صخر الغلاف، في حركة الصفائح التكتونية إلى حدّ ما. ويُعرف دوران صخر الغلاف في صعوده إلى أعلى منطقة الوهن وابتزاده ثمّ غوصه من جديد، بتيّار الحثّل الحراريّ.

وقد اعتقد علماء الأرض في الماضي أنّ تيارات الحمل الحراريّ هي في أساس زحزحة القارات. لكنّ معظم علماء الأرض يعتقد اليوم أنّ هذه التيارات ناتجة بشكل رئيسيّ عن غوص الصفائح، وليست سبب حركة الصفائح.

الإبقاء على النشاط التكتوني: ولّد باطن الأرض ما يكفي من الطاقة الحرارية لإبقاء الكوكب ناشطاً تكتونياً منذ تكوّنه الذي يعود إلى ٤,٥ بلايين سنة على الأقل. وقد أبقت هذه الطاقة النشاط التكتوني بإبقاء منطقة الوهن طرية جداً بحيث تستطيع القشرة الغوص فيها.

ويولّد باطن الأرض الطاقة الحرارية خصوصاً عبر الإنحلال الإشعاعيّ للذرات في القشرة والغلاف. وفي الإنحلال الإشعاعيّ، تطلق الذرات المشعّة جسيمات طاقة وأشعّة. وتمتصّ المواد، قرب هذه الذرات، الطاقة من الجسيمات والأشعّة، فتصبح حارة أكثر.

ويرجع إنتاج الحرارة في باطن الأرض لأنّ الإنحلال يقلّل تدريجياً من عدد الذرات المشعّة. ومع تباطؤ توليد الحرارة داخل الأرض، تنخفض درجة حرارة باطن الأرض تدريجياً. وربما خلال الـ ٥ أو ١٠ بلايين سنة المقبلة، سيؤذي هذا الإبتعاد إلى تصلّب منطقة الوهن بحيث تتوقّف حركة الصفائح. وبعد حدوث ذلك، تتوقّف الثورات البركانية وتصبح الزلازل قليلة الحدوث. وهكذا تصبح الأرض غير ناشطة تكتونياً.

تاريخ النظرية التكتونية

نشأت نظرية تكتونية الصفائح من نظرية زحزحة القارات، التي تقدّم بها الأرصاديّ الألمانيّ ألفرد فجنر في العام ١٩١٢. وتقول نظرية فجنر إنّ القارات تتحرك على سطح الأرض. وقد فسّرت هذه النظرية لماذا يبدو الساحل الشرقي لأميركا والساحل الغربيّ لأفريقيا وكأنّهما يركبان الواحد

مع الآخر كقطعتين من أحجية الصور المقطوعة. وجاءت الأدلة على حدوث الزحزحة من وجود تراكمات صخرية معيّنة، تشير إلى أنّ القارات قد غيّرت مواقعها بمرور الزمن. فعلى سبيل المثال، توجد تراكمات صخرية، ناتجة عن عمل أنهار الجليد التي وُجدت منذ مئات ملايين السنين، في

الهند وأستراليا وأفريقيا وأميركا الجنوبية، ما يشير إلى أنّ هذه القارات شهدت في الماضي مناخاً بارداً جداً، وكانت ربما قرب القطب الجنوبيّ. وتشير أحافير من السرخس الشجريّ وغيرها من المعالم الإستوائية في أميركا الشمالية إلى أنّ القارة كانت في الماضي عند خطّ الإستواء.

إلا أنّ فجنر لم يكن متأكّداً من سبب زحزحة القارات. وأصبحت نظرية زحزحة القارات التي جاء بها، موضوع جدل كبير بين العلماء. ثمّ، في عشرينات القرن العشرين، تقدّم الفيزيائيّ البريطانيّ هارولد جفريز بفكرة أنّ باطن الأرض العميق شديد جداً، ولا يستطيع بالتالي أن يسيل ويجري. ونتيجة ذلك، رفض معظم العلماء نظرية فجنر.

لكنّ الأدلة المؤيدة لهذه النظرية أخذت تراكم تدريجياً. وفي أواخر الثلاثينات، أثبت الجيولوجيّ الأميركيّ دايفد جريجر أنّ الصخر الصلب ظاهريّاً يمكن أن يجري ببطء عند تعرضه لدرجات حرارة مرتفعة وضغط شديد. وفي الأربعينات والخمسينات، أظهر باحثون آخرون أنّ قاع المحيط يحتوي على كمية رسايات أقلّ ممّا قد يُتوقع، لو أنّ المحيط منخفض دائم. فقاع البحر الثابت يجمع كمية أكبر من الرسايات الناتجة عن انحسار القارات. ولم يتجاوز عمر أقدم الصخور التي استطاع العلماء إيجادها في قاع البحر، الـ ١٥٠ مليون سنة.

وقد طوّر العلماء، في الخمسينات، تقنيات لدراسة مغنطيسية الصخور، سمحت لهم بتحديد مواقع القارات منذ ملايين السنين. وفي أواخر الخمسينات، أنهى العلماء وضع الخرائط لنظام من سلاسل الجبال المحيطية، يمتدّ على مسافة ٦٠,٠٠٠ كيلومتر تقريباً ويكاد يلفّ الكوكب كليّاً.

واكتشف العلماء، في نهاية الخمسينات، أنّ معظم الزلازل يحدث في سلاسل الجبال المحيطية. وفي سنة ١٩٦٠، تقدّم الجيولوجيّ الأميركيّ هاري ه. هسن بنظرية أصبحت تُعرف، في ما بعد، بتمدّد قاع البحر. وبعد ذلك بفترة قصيرة، اكتشف العلماء أنّ معظم الزلازل يحدث على طول خطوط متوازية مع سلاسل الجبال والخنادق الموجودة في المحيطات. وفي سنة ١٩٦٧، تقدّم الجيوفيزيائيّ الأميركيّ جايسون مورجان والجيوفيزيائيّ البريطانيّ د. پ. ماكنزي، كلّ على حدة، بفكرة أنّ سطح الأرض مؤلّف من عدد من الصفائح المتحركة. وفي السنة التالية، دمج علماء

الأرض الأميركيّون براين ل. إيزاكس وجاك ل. أوليفر ولين ر. سايكس فكرة تمدّد قاع البحر مع النتائج الجديدة التي تمّ الحصول عليها بفضل كشف الزلازل، واقتروا النظرية القائلة إنّ صفائح صلبة من القشرة الأرضية تتحرك فوق منطقة وهن طرية وجارية.

وفي سنة ١٩٦٩، أنهت السفينة الثّقابة جلومار شانجر أول رحلة علمية لها. وقد أظهرت المواد، التي استخرجت من عدّة مواقع على جانبي سلسلة جبال وسط الأطلسيّ، أنّ عمر قشرة المحيط هو تماماً كما تنبأ به تحليل المغنطيسية القديمة وتمدّد قاع البحر.

(١) كشط الشيء: رفع عنه شيئاً قد غشاه.

الجبال وتضاريس قاع المحيطات التي تكوّن بفعل تصادم الصفائح



الخندق Trench

الخندق انخفاض طويل وعميق في أرض المحيط.

يوجد بعض الخنادق المتاخمة للقارات، وبعضها الآخر

قرب السلاسل أو الجزر البركانية كجزر اليابان والفلبين والألوشن.

تنشأ الخنادق لدى تصادم الصفائح - الألواح الصخرية الضخمة الحاملة أديم الأرض -

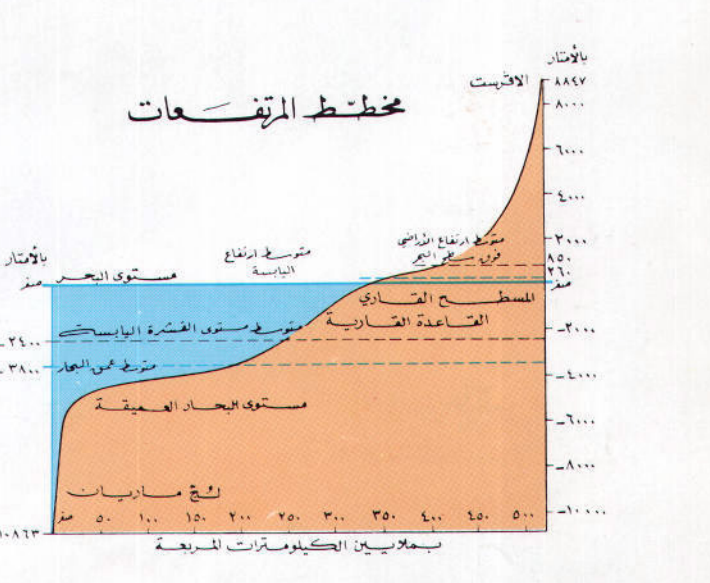
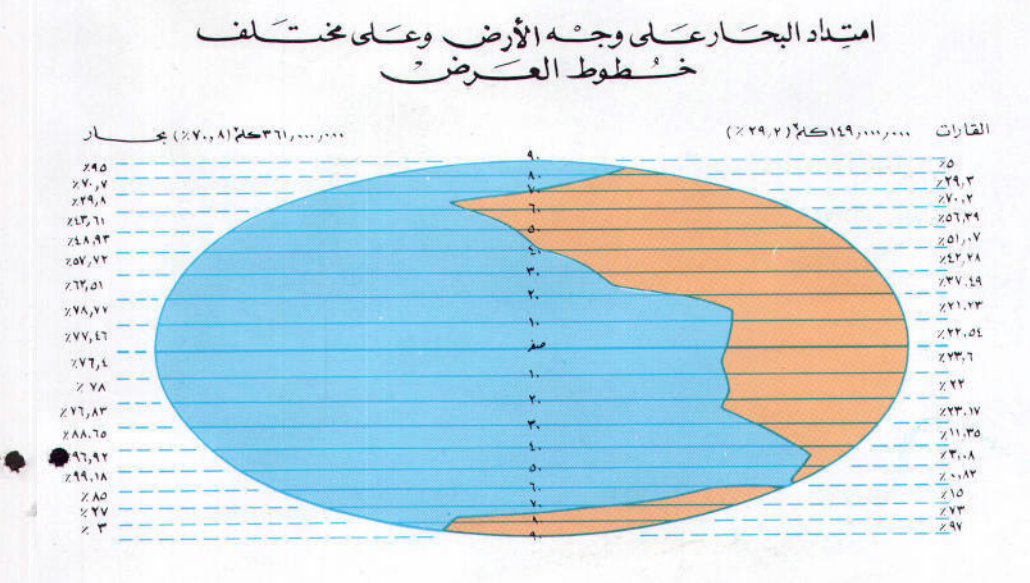
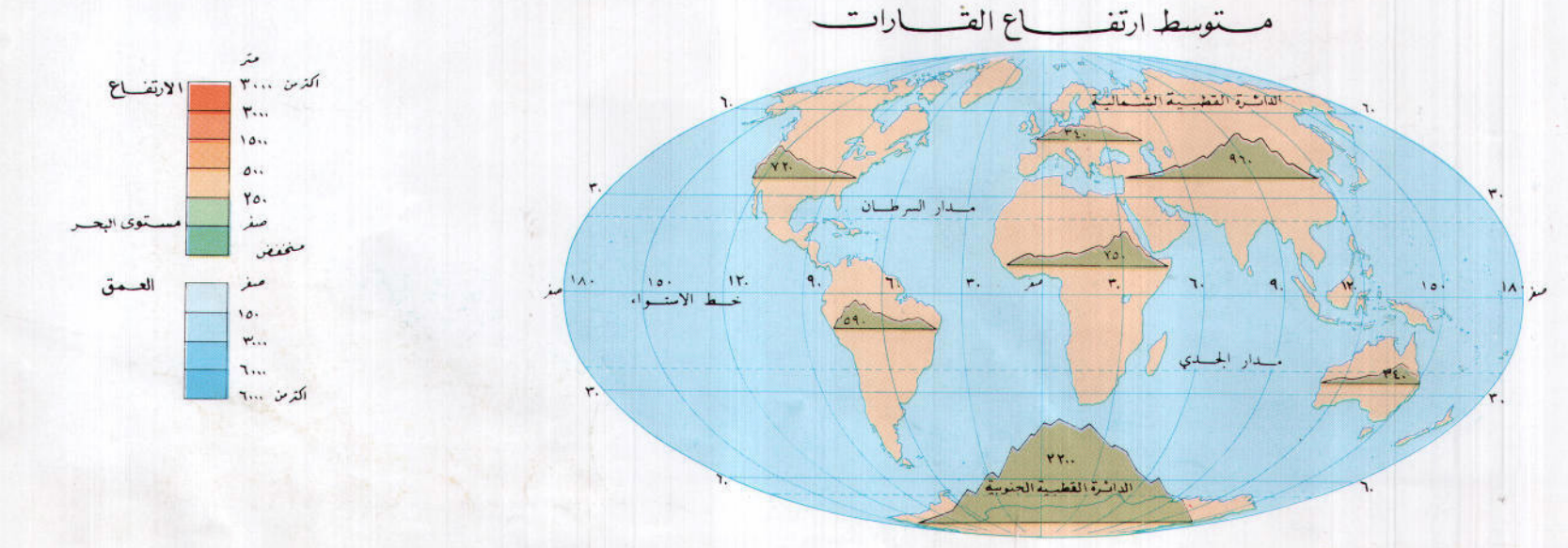
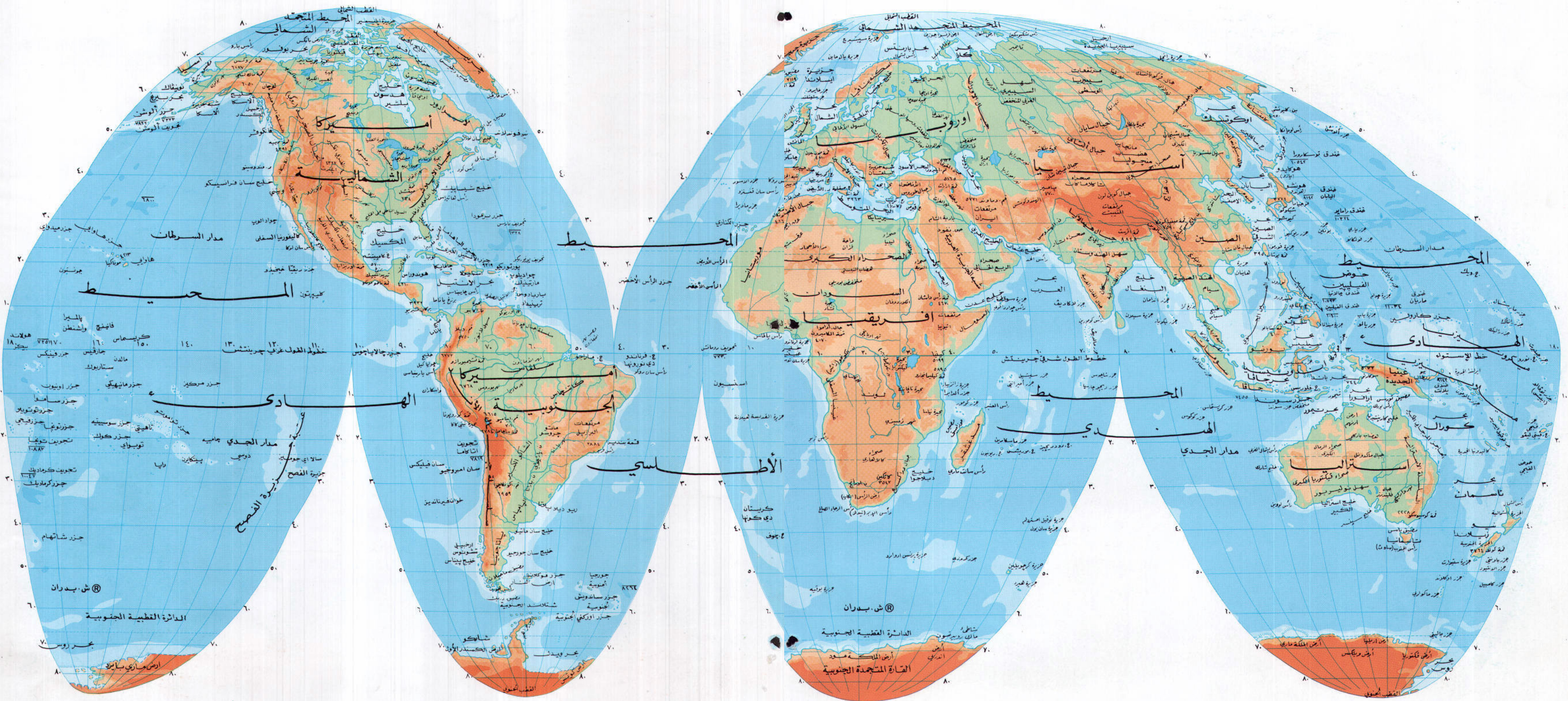
التي تتسبب الضغوط في باطن الأرض بتحريك مستمر للصفائح. وأحياناً، عندما تصطدم صفيحة بأخرى،

يغور أحد أطرافها تحت طرف الصفيحة المقابلة مشكلاً ما يسمى بالإنغراز Subduction، ويسمى الانخفاض الحاصل بالخندق. ويحتمل أن تذوب الصفيحة المنغرفة لدى انخفاضها.

في هذه الحال، من الممكن أن يرتفع بعض المواد الصهيرية عبر الغطاء الصخري وينفجر ليشكل البراكين. وعادة ما تكون البراكين السلاسل الجبلية أو سلاسل الجزر الطويلة الممتدة بمحاذاة الخندق.

تسمى أعمق نقطة أرضية بغور شالانجر Challenger Deep. وتقع في قعر خندق ماريان، الذي ينحدر إلى عمق ١١,٠٣٤ متراً تحت سطح المحيط، بالقرب من جزيرة جوام في المحيط الهادئ.

صفر ١٠٠٠ ٢٠٠٠ ٣٠٠٠ كم





بنية جيولوجية مسطحة في ولاية أريزونا جنوب غرب الولايات المتحدة

وتجمع الجيوفيزياء الإستكشافية بين الفيزياء والعلوم الجيولوجية لحل مشاكل عملية تتعلق بإيجاد النفط والغاز والماء، وبالكشف عن تراكمات جديدة من الخامات المعدنية، وبأشكال مختلفة من الهندسة المدنية.

الجيوكيميا، الكيمياء الأرضية

تهتم الجيوكيميا بدراسة كيمياء الأرض ككل، لكن الموضوع يُقسم إلى عدّة ميادين مثل الجيوكيميا الرسوبية والجيوكيميا العضوية وحقل الجيوكيميا البيئية الجديد وعدة فروع أخرى. وينطوي أصل وتطور فئات الصخور والمعادن

والقوى التي تؤثر في المعادن والصخور والصحارة ومواد النواة. كما يهتم بأسباب التغيير في شكل التكوينات الطبيعية على سطح الأرض.

الجيوفيزياء، الفيزياء الأرضية

تهدف الجيوفيزياء إلى استنتاج حاضيات الأرض الطبيعية وتركيبها الداخلي من ظواهر طبيعية مختلفة. فعلى سبيل المثال، يدرس الجيوفيزيائيون حقل الأرض المغنطيسي (مصدره وشكله وتغيراته)، والمغنطيسية الباقية في الصخور والتربة منذ تكوينها، وجريان الحرارة في باطن الأرض، وقوة الجاذبية، وحركة الموجات الزلزالية التي ترتبط بالزلازل.

تاريخ الحياة، وتشمل دراسة جميع العمليات الطبيعية التي تجري على سطح الأرض وفي قشرتها. وبالتالي، فإنّ الجيولوجيا تشتمل عموماً على دراسات للتفاعلات القائمة بين الصخور والأثرية والماء والجو وأشكال الحياة على الأرض، وهذا حقل واسع جداً لا يستطيع فرع واحد من فروع المعرفة تغطيته كاملاً. ولذلك، فإنّ الجيولوجيين يحصرون أنفسهم بدراسة أحد الحقول بشكل معمّق. وفي ما يلي عرض موجز لحقول الدراسة في الجيولوجيا.

الجيولوجيا الطبيعية

يتناول هذا الفرع من الجيولوجيا العمليات

ولا تشمل الجيولوجيا دراسة معالم سطح الأرض فقط، لكنها تهتم أيضاً ببنية الكوكب وأجزائه الباطنية. إنّ لهذه المعرفة قيمة علمية أساسية، لكنها توضع أيضاً في خدمة الإنسانية. فعلى سبيل المثال، تركز الجيولوجيا التطبيقية على البحث عن معادن مفيدة للإنسان داخل الأرض، وتحديد المواقع المستقرة جيولوجياً للملازمة لختلف أنواع المنشآت، والتنبيه بالأخطار الطبيعية - مثل الزلازل - التي ترتبط بالقوى الديناميكية تحت قشرة الأرض.

حقول الدراسة في الجيولوجيا

تناول الجيولوجيا تاريخ الأرض، بما في ذلك

جيولوجية الأرض



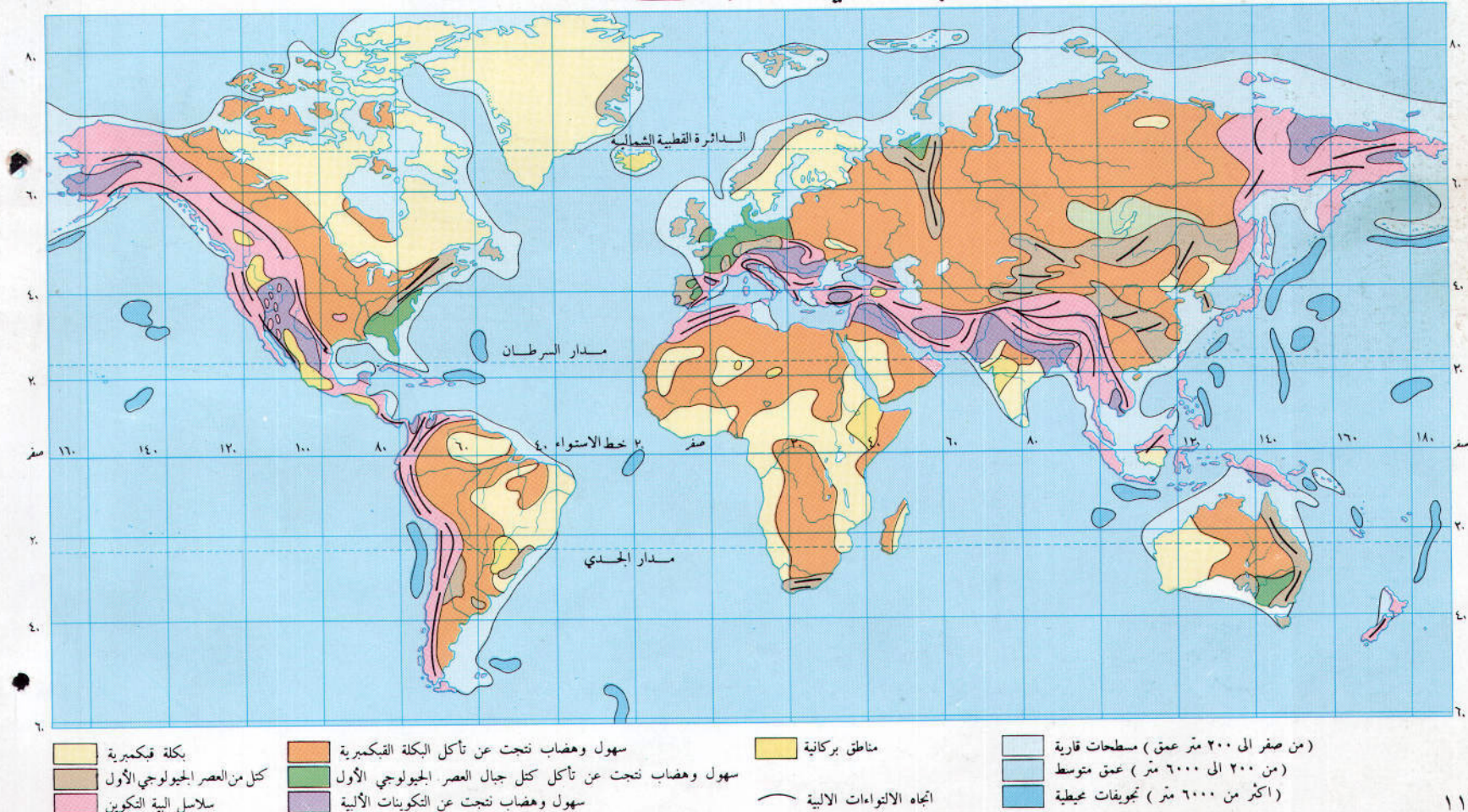
أنواع الجيولوجيا

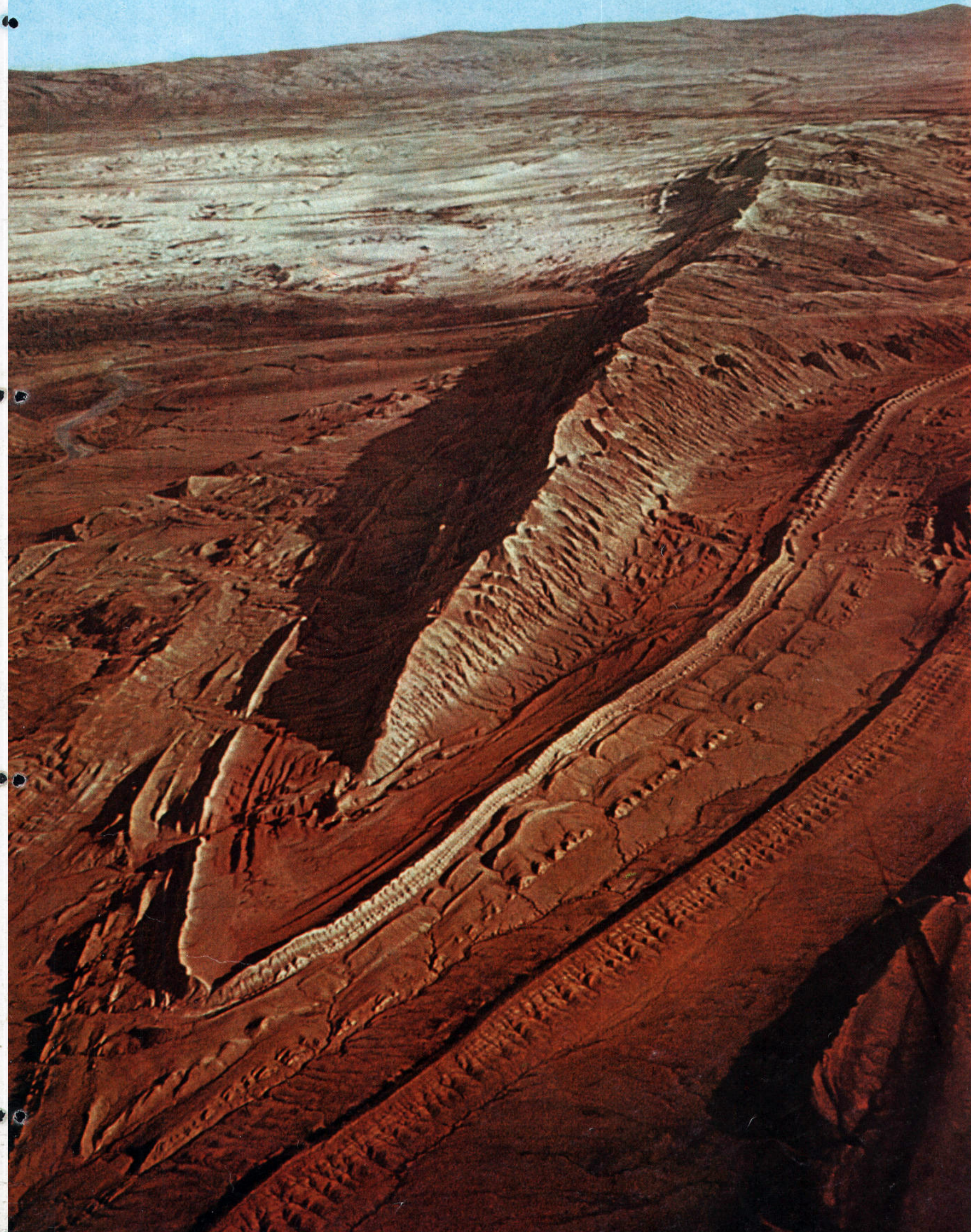
من عدّة مباحث مترابطة تُعرف معاً بعلوم الأرض. والجيولوجيون هم علماء بالأرض، يهتمون بشكل أساسي بالصخور والمواد الناتجة عن الصخور التي تشكل الجزء الخارجي من الأرض. ولفهم هذه المواد، يستعمل الجيولوجيون المعرفة المكتسبة في ميادين أخرى من العلم مثل الفيزياء والكيمياء وعلم الأحياء؛ وهكذا فإنّ فروع الجيولوجيا - مثل الجيولوجيا الفيزيائية والجيوكيمياء وعلم التكوين الجيولوجي (علم الإحاثة) - تشمل علوماً أخرى تسمح للجيولوجيين بفهم أكبر لعمل العمليات المختلفة التي تحدث على الأرض عبر الزمن.

وعلى الرغم من أنّ كلّ علم من علوم الأرض يركز على موضوع معيّن، فإنّها كثيراً ما تتراكب مع الجيولوجيا. وهكذا، فإنّ دراسة مياه الأرض بما يتعلق

الجيولوجيا، أو علم طبقات الأرض، هي ربما أكثر العلوم الطبيعية تنوعاً على الإطلاق. وتهتم الجيولوجيا بأصل كوكب الأرض وتاريخه وشكله، والمواد التي تكوّنه، والعمليات التي أحدثت وتحدث أثراً فيه. والجيولوجيا هي واحد

بنية الأرض





الرئيسية على أهمية كبرى بالنسبة للجيوكيميائيين. ويدرس الجيوكيميائي، خصوصاً، مقادير العناصر الكيميائية وتوزيعها في المعادن والصخور والتربة وأشكال الحياة والماء والجو. ولمعرفة حركة العناصر في الطبيعة - على سبيل المثال، دورات الكربون والنيتروجين والفوسفور والكبريت الجيوكيميائية - أهمية عمالية، وكذلك دراسة توزيع ووفرة النظائر واستقرارها في الطبيعة. وتشكل الجيوكيمياء الإستكشافية، المعروفة أيضاً بالتنقيب الجيوكيميائي، التطبيق العملي للمبادئ الجيوكيميائية النظرية في الكشف عن المعادن.

البتروlogia، علم الصخور

تتناول البتروlogia أصل الصخور وظهورها وبنيتها وتاريخها، ولا سيما الصخور البركانية والمتحولة. وتهتم البتروغرافيا بوصف الصخور وتصنيفها وفقاً لخصائصها. يدرس البتروlogيون التغيرات التي تحدث في الكتل الصخرية عندما تتجهّد الصهارة، وعندما تذوب الصخور الصلبة كلياً أو جزئياً، وعندما تتعرّض الرسابات لتحوّل كيميائي أو فيزيائي. ويهتم العاملون في هذا الحقل بتبلر المعادن وتصلّب المعادن الزجاجية من المواد المذابة في درجات حرارة مرتفعة، وتبلر المعادن من جديد في درجات حرارة مرتفعة من دون مرورها بمرحلة من الذوبان، وتبادل الأيونات بين المعادن في الصخور الصلبة والموائع، والعمليات التي تشمل الحثّ والنقل والترسيب. ومن المهمات الأساسية في هذا الحقل، وضع خرائط دقيقة للوحدات الصخرية وأخذ عينات منها.

العدانة، علم المعادن

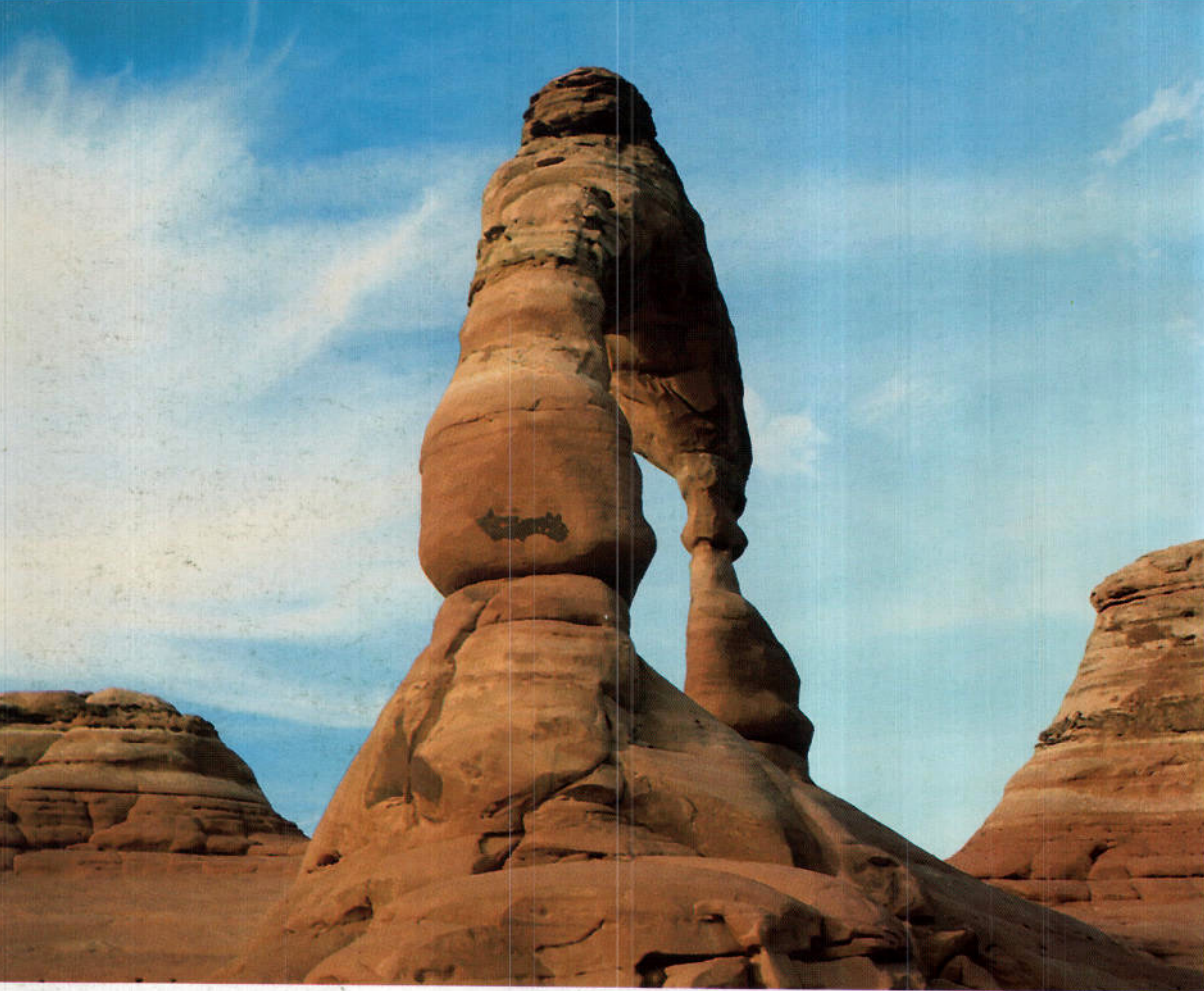
تتناول العدانة المعادن الموجودة في قشرة الأرض، وأيضاً المعادن المتكوّنة خارج الأرض، كما في العينات القمرية والحجارة النيزكية. ويتناول علم البلّورات دراسة الشكل الخارجي والبنية الداخلية للبلّورات الطبيعية والتركيبية. ويدرس العدانتيون تشكّل المعادن وظهورها وخصائصها الكيميائية والفيزيائية وتركيبتها وتصنيفها. أمّا العدانة التحديدية فهي علم - وفنّ - التعرف إلى معدن في عينة، استناداً إلى خاصيات العينة الفيزيائية والكيميائية. وتركز العدانة الاقتصادية على العمليات الجيولوجية المسؤولة عن تكوين خامات المعادن، ولا سيما تلك التي تنطوي على أهمية تجارية.

الجيولوجيا البيئية

اهتمت الجيولوجيا البيئية، في بداية عهدها، بتحليل تشويه الطبقات الرسوبية، لكنّ الجيولوجيين البيئيين يدرسون اليوم التشوهات التي تخضع لها الصخور كافة. وتؤدّي دراسة الأشكال البيئية إلى مقارنة المعالم المشاهدة، وفي النهاية إلى تصنيف الأنواع المتفاربة. وتهتم الجيولوجيا البيئية المقارنة بالمعالم الخارجية الكبيرة الحجم، وهي مغارة للطريقتين النظرية والإختبارية في معالجة الموضوع، اللتين تستخدمان الدراسة المجهرية للحبيبات المعدنية في الصخور المشوّهة. ويستخدم الجيولوجيون المتخصّصون في النفط والفحم الجيولوجيا البيئية في عملهم اليومي، ولا سيما في التنقيب عن البترول لكشف المصائد البيئية التي يمكن أن تحتوي على البترول.

الجيولوجيا الرسوبية

يدرس هذا الفرع من الجيولوجيا التراكمات الرسوبية وتشكّلها، ويتناول الرسابات البحرية والبرية القديمة والحديثة، وحيواناتها ونباتاتها ومعادنها وبنيتها، وتطوّرها في الزمان والمكان. ويدرس الجيولوجيون المتخصّصون في دراسة الصخور الرسوبية، المعالم الكثيرة المعقّدة المكوّنة من الصخور الطرية والصلبة في تسلسلها الطبيعي، بهدف فهم بيئات الأرض الأولى. وتُستعمل في دراسة الصخور الرسوبية معطيات وطرق مأخوذة من فروع أخرى من الجيولوجيا، مثل علم الطبقات والجيولوجيا البحرية والجيوكيمياء والعدانة والجيولوجيا البيئية.



تآكل الصخور بفعل الهواء الذي نحت بدقة في صخر رملي، يرجع إلى العهد الفجري منذ ٢,٥ مليار سنة

البيوتولوجيا، علم الإحاة

تبحث البيوتولوجيا، أو دراسة الحياة ما قبل التاريخ، في الحيوانات الأحفورية والنباتات الأحفورية وفي علاقتها مع الحيوانات والنباتات الحالية. وتُستخدم في دراسة الأحافير المجهرية، تقنيات مختلفة عن تلك المستعملة للعينات الأكبر حجماً. وتشكّل الأحافير، التي هي بقايا من الأشكال الحيّة في العصور الجيولوجية الفائتة أو علامات على وجودها تحفظت طبيعياً في قشرة الأرض، المعطيات الرئيسية المستخدمة في علم الإحاة. أمّا البيوتوغرافيا فهي الوصف المنهجي للأحافير.

الجيومورفولوجيا

تعني كلمة جيومورفولوجيا «شكل الأرض وتطوّرها». ويسعى هذا العلم إلى إيجاد نموذج عمل للقسم الخارجي من الأرض. ويفتشر الجيومورفولوجيون وجود المعالم وتطوّرها على سطح الأرض نتيجة عمل المجلدات، والجداول والأنهار، والرياح التي تنقل الغبار والرمال وترسبها، والحثّ. وتركز الفروع الثانوية من الجيومورفولوجيا على التأثيرات التكوينية في هذه التكوينات الأرضية، وتأثير المناخ في هذه العمليات والتكوينات، وقياس المعطيات المتوفرة حول التكوينات الأرضية وتحليلها إحصائياً.

الجيولوجيا الاقتصادية

تُعرف أحياناً بالهندسة الجيولوجية، وتجمع بين التعدين والهندسة المدنية. وتُعتبر الجيولوجيا الاقتصادية بتطبيق المبادئ الجيولوجية على دراسة التربة والمواد الصخرية والمياه الجوفية، التي تؤثر جميعها في تخطيط المنشآت الهندسية وتصميمها وتحديد موقعها وبنائها وعملياتها وصيانتها.

الجيولوجيا البيئية

يُعتبر هذا الحقل الجديد نسبياً من الجيولوجيا، يجمع وتحليل المعطيات البيئية وتطبيقها لمعالجة المشاكل الناتجة عن استعمال الإنسان البيئية. ويُعرف أحد أوجه هذا الفرع من الجيولوجيا بالجيولوجيا المدنية، التي تهتم بتطبيق الجيولوجيا الهندسية على المشاكل البيئية في المدن، ولا سيما المناطق الحضرية الكبيرة. وتُعتبر الجيولوجيا البيئية والمدنية بأوجه الجيولوجيا التي تؤثر مباشرة في استعمال الناس الأرض. وتتميز الجيولوجيا البيئية بنطاق عمل واسع جداً، فهي تشمل ميادين ذات اهتمامات متصلة بها من الفيزياء وعلم الأحياء وعلم الاجتماع. ونظراً إلى اهتمامات الجيولوجيا البيئية المتصلة بحقول عدّة من العلم، فهي تستقي قدراً كبيراً من المعطيات من علوم جيولوجية أخرى، مثل الجيولوجيا الهندسية والجيولوجيا الاقتصادية والجيومورفولوجيا والجيولوجيا الرسوبية.

بعض المفردات الجيولوجية الشائعة

قشرة: الطبقة الخارجية من الأرض، ويقراوح سمكها بين ٥ و ٣١ كيلومتراً.

تشويه: تغيير في شكل طبقة جيولوجية، ينتج عادة عن الإجهاد.

ترسب: تراكم مواد طبيعية، عادة فوق طبقة سطحية؛ تراكم طبيعي كما في حالة الحامات والمعادن والفحم والنفط وغيرها.

قلقلة القشرة الأرضية: عملية التشويه التي تخلق معالم قشرة الأرض، بما في ذلك الفازات وأجواض الحيطات والهضبات والجبال.

صخر بركاني: صخر تشكّل من مادة ذائبة حارة جداً.

أيون: ذرّة أو مجموعة ذرات تحمل شحنة إيجابية أو سلبية، نتيجة خسارة أو اكتساب إلكترون واحد أو أكثر.

نظير: تتميز النظائر المختلفة لعنصر كيميائي معيّن باختلاف عدد النيوترونات في نواها؛ إلّا أنّها تحتوي جميعها على العدد نفسه من البروتونات.

الغلاف الياس: الطبقة الخارجية الصخرية الصلبة من الأرض، ويبلغ سمكها حوالي ٨٠ كيلومتراً.

صهارة: مادة ذائبة في باطن الأرض؛ وعندما تخرج الصهارة إلى سطح الأرض يُطلق عليها اسم لابة أو حتم.

صخر متحوّل: صخر ناتج عن تغيير صخر أقدم منه بسبب الحرارة أو الضغط أو العمليات الكيميائية.

معدن: مادة غير عضوية، لها تركيب يمكن التعبير عنه بصيغة كيميائية. ويمكن أن تكون عناصرها إما معدنية Metallic أو غير معدنية Non Metallic. ولعظم المعادن بنية بلّورية.

مورفولوجيا: شكل معالم سطح الأرض وبنيتها، باعتبارها نتيجة عمل التحات والتجوية والجليد.

صدع: كسر جيولوجي عادي.

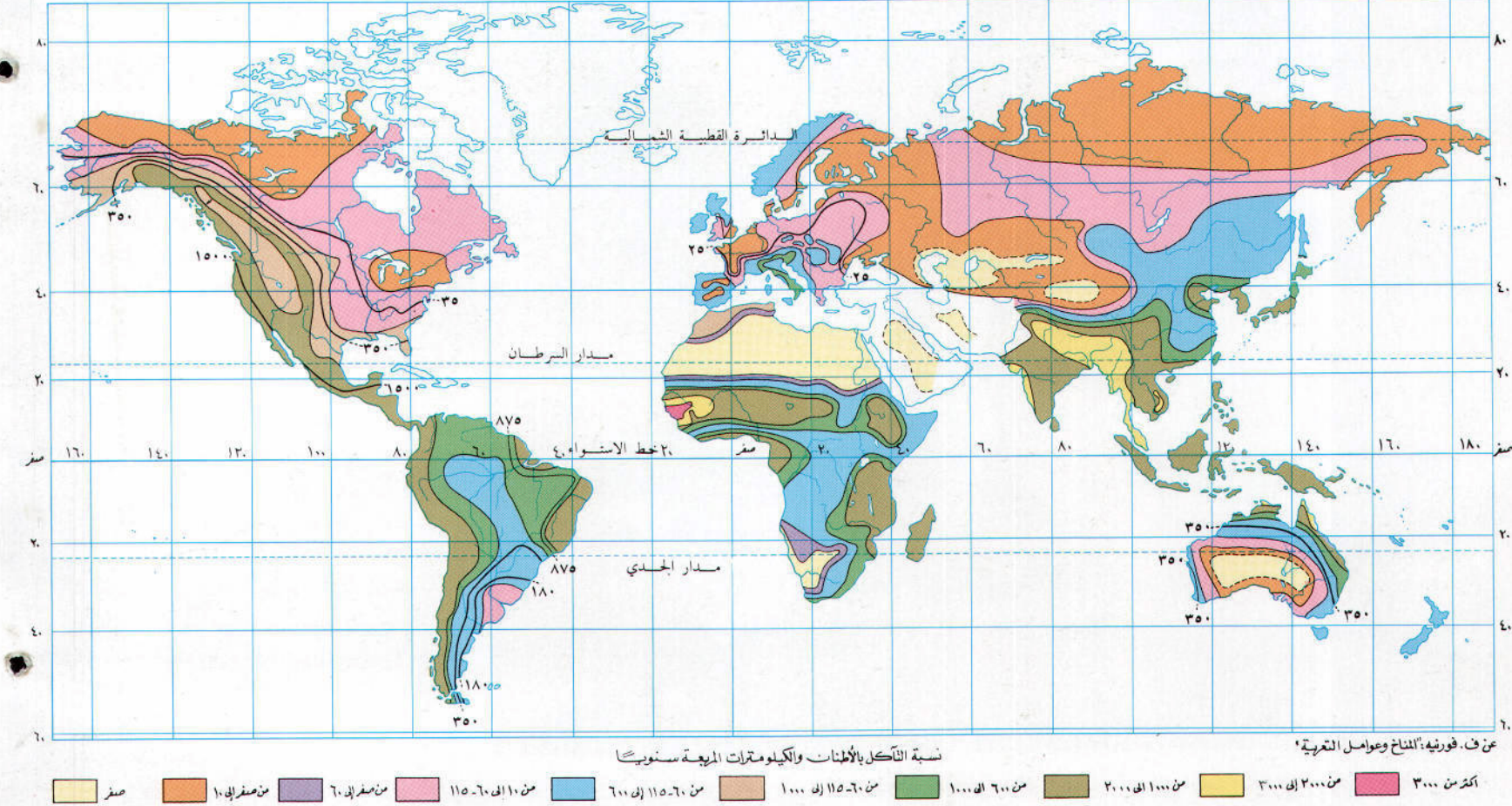
صخر رسوبي: صخر ناتج عن ترسب مادة متفتّحة من أشكال صخرية أقدم تكويناً، أو ترسب بقايا حيوانية أو نباتية، أو ترسب مواد كيميائية.

طبقة جيولوجية: طبقة من الصخر، لها حدود علوية وسفلية واضحة.

التكوينية: دراسة انثناء الطبقات وتصنّعها.

التجوية: الفتفت الفيزيائي للمواد المكوّنة للأرض وتحلّلها الكيميائي، بسبب عمل الماء والجليد والحر والبرد وأشعة الشمس والرياح.

التآكل على وجه الأرض



فهي تعمل مجتمعة، على شحذ الجبال مثل جبال أبلاش في شرق أميركا الشمالية، وحفر الوديان مثل جراند كانيون في أريزونا، ونحت الأبراج والمسلات الصخرية، كتلك الموجودة في الحديقة العامة برايس كانيون Bryce canyon في ولاية يوتا الاميركية.

التجوية

يعمل نشاط التجوية مع الزمن، على شحذ السطوح المكشوفة، وصقل المناطق الخشنة والحادة في الصخر. وتكون عملية التجوية، إما آلية (ميكانيكية) أو كيميائية؛ ويعمل النوعان عادة، جنباً إلى جنب، تسبب التجوية الآلية أو الفيزيائية بتفتت الصخور. ففي بعض الأحيان، تتسرب المياه بين الحبيبات المعدنية تحت الأرض، أو داخل الشقوق في الصخر. فإذا انخفضت درجة الحرارة بشكل كاف، تجمدت المياه وتكدت، متسببة بإحداث ضغط هائل على الصخور وتوسيع الشقوق فيها. ويقوم الجليد بعمل الإسفين^(١)، الذي يبعد الصخور المشققة عن بعضها. من الممكن أيضاً أن تقوم شجرة نامية بدور الإسفين. فقد تنبت بذرة شجرة ماء، داخل تربة تجمعت في صخر مشقق، فتعمل جذورها، وهي تنمو، على توسيع الشقوق وتؤدي أخيراً إلى تفتيت الصخر. ويمكن للأشجار أن تجزى، مع الوقت، صخوراً كبيرة الحجم. تعمل التجوية الكيميائية على تغيير المواد التي تؤلف الصخور والتربة. إذ يمكن أن تتحد الكيميائيةات الموجودة في المياه، مع المواد المعدنية في الصخر، مشكلة محلولاً يحمل في طريقه الصخر المحلّ. وفي بعض الأحيان، يتحد ثاني اكسيد الكربون الاتي من الجو أو من المواد العفنة، مع الماء، فينتج عن ذلك محلول حمضيّ (أسيدّي) ضعيف يمكنه إذابة الحجر

الكلسي وأنواع أخرى من الصخر. وعندما يترسّب المحلول داخل الأرض، يمكن أن يسبب شقوقاً في الصخر أو يحفر شبكات واسعة من الكهوف مثل كهف ماموث Mammoth في ولاية كنتاكي وكهوف كارلزباد Carlsbad في نيو مكسيكو.

تتألف الصخور من المعادن، ويحتوي بعضها على مركبات حديدية، ما يجعلها تصدأ تماماً كما يصدأ الحديد نفسه. وتعرف عملية الصدأ هذه، بالتأكسد. وعندما ينتشر الصدأ، يساعد على تفتيت أو تجوية الصخور الحاملة للحديد.

التعرية تعزل مواد التجوية من مكان إلى آخر. وتشكّل المياه والجليد والهواء – مجتمعة مع الجاذبية الأرضية – ما يسمى بعوامل التعرية.

عندما تتحرك المياه والجليد والرياح، تحرك معها فتاتاً صخريّاً وجزيئات من التربة، من الأماكن التي تعرضت فيها لعوامل التجوية. وعندما تهدأ أو تتوقف عن الحركة، تضع حملها من المواد في أماكن أخرى. وتنوّع تلك المواد وتسمى ترسّبات، في الحجم، يبدأ من الصخور المستديرة إلى حبيبات الرمل الناعمة، والطمي والطين الخزفي. وتؤلّف تلك الترسّبات أخيراً، تشكّلات جديدة تُغيّر معالم الأرض.

تساعد التعرية، مثلها مثل التجوية، على تشكيل التربة، وهي أيضاً تعمل على نقلها. فالمياه تحمل التربة إلى السهول الفيضانية حيث يمكن استغلالها للزراعة. وعندما تفيض الأنهار، تضع ترسّبات غنية على طول

ضفافها. فلقرون عدّة، وقبل إنشاء السدّ العالي في أسوان، بقيت الفيضانات تطرح التربة الخصبة على طول ضفاف نهر النيل في مصر.

في بعض أجزاء من العالم، رسبت الرياح طبقات سميكة من الطمي والغبار. وقد تراكمت تلك الترسّبات لقرون عدّة. ويعود منشأ تلك الطبقات في معظمها، إلى الطمي والطين الخزفي اللذين جرفتهما، منذ آلاف السنين، الأنهار الجليدية الذائبة. وتوجد ترسّبات عميقة، على خطوط العرض المتوسطة في الصين، الولايات المتحدة، الاتحاد السوفياتي السابق والأرجنتين. إن هذه التربة ليست فقط واحدة من أكثر التربات خصوبة، بل هي أيضاً من أكثرها تأثراً بعوامل التعرية.

التعرية بواسطة الماء

تُعتبر المياه المتحركة عاملاً أساسيّاً في التعرية. فالأمطار تحمل جزيئات من التربة وتجرف ببطء قطعاً من الصخر والمياه الموجلة، إشارة إلى قيام التعرية بعملها؛ كما إنّ اللون الوحليّ دليل على وجود قطع من الصخر والتربة معلّقة في الماء.

يمكن أن تأخذ ترسّبات الصخر المتعري^(٢)، على سفوح الجبال، شكل مراوح طينية. فالطين – وقوامه الحصى، الرمل ومواد أخرى متجوّية^(٣) – ينجرّف مع المياه المندفعة على الجوانب الجبلية المنحدرة. وعندما تصل تلك المياه إلى وادٍ أو سهل ماء، تأخذ بالانتشار وتبطيء من اندفاعها، فترسّب الطين الذي تحمله، وتتراكم الترسّبات بترتيب يأخذ شكلاً مروحيّاً.

وتُثقل المواد المتجوّية عبر مياه الجداول. وتعمل هذه الأخيرة، وهي تحمل الترسّبات، على جرف الأرض، فنحفر القنوات أو الوديان، في عملية تسمى النحات

Abrasion. ويمكن للمياه حاملة الرواسب أن تفتّت مع الوقت، وتشحذ جوانب وادٍ ماء، إلى أن تشكّل سهلاً. ويحدث ذلك عندما تصبح جوانب وديان، تشكّلت حديثاً، شديدة الانحدار لدرجة أنها تتحوّف، فتتوسّع الوديان تدريجيّاً، وتتباطأ تيارات الأنهار التي تجري فيها.

عندما تبطيء الأنهار من اندفاعها، تلقي بحمولتها من الصخر الثقيل. وتبدأ المياه بالانعطاف حول الصخور الكبيرة في حوض النهر، بدلاً من الاندفاع فوقها. أخيراً، يبدأ بعض الأنهار بتشكيل منعطفات واسعة تسمى تعرجات. وتعمل الأنهار المنعرجة على توسيع الوديان أكثر فأكثر. وفيما هي تتعرج، تضع الأنهار رواسبها على طول سهول فيضاناتها.

أخيراً، تنجرّف إلى المحيط، كمّيّات هائلة من الترسّبات، تحملها الأنهار. وقد يتطلّب الأمر آلاف الأعوام، حتى تقوم جزيئة نوعيّة من التربة، برحلتها التي تبدأ في جبل ما وتنتهي عند المحيط. مع ذلك، هناك ملايين من أطنان الترسّبات، التي تضعها الأنهار كلّ سنة، في مياه المحيط، حيث يمكن أن تتشكّل أرض جديدة.

يضع النهر عند مصّبه – المكان الذي يتّسع فيه ويلتقي بجسم مائيّ آخر – حمولته من المواد المتجوّية. وقد تتراكم قطع صخرية وحبيبات من التربة، عند مصّب نهر ما، فتشكّل موضع ترسّبات، يُعرف بالdelta. تعمل التعرية بواسطة المياه على تغيير أشكال الخطوط الساحلية. فالأمواج تتحطّم على الشواطئ باستمرار وبقوّة كبيرة في غالب الأحيان، فتفتّت الصخور إلى حصى، وتحوّل الحصى إلى رمال.

قد تحمل المياه الرمل بعيداً عن الشواطئ. ففي الضفاف الخارجيّة مثلاً، وهي سلسلة من الجزر المتاخمة لساحل ولاية نورث كارولينا في الولايات المتّحدة، عملت مياه المحيط على تعرية القسم الأكبر من الساحل، حيث تنتصب منارة رأس هاتيراس. فعند إنشاء المنارة سنة ١٨٧٠، كانت تبعد عن المحيط حوالي ألف متر. أمّا الآن، فلا تفصلها عن المياه سوى مسافة تقل عن الستين متراً.

للأمواج القدرة على بناء الشواطئ، تماماً مثلما تهدمها. فالتيارات الناتجة عن الأمواج يمكن أن تنقل الرمل من قاع البحر لبعيده إلى الشاطئ. وتقوم تلك العملية، التي تحدث في رأس كود في ولاية ماساشوستس في الولايات المتّحدة، بتوسيع الشواطئ الموجودة هناك.

وفي الجروف الساحلية، يمكن أن يؤدّي تحطّم أمواج المحيط، إلى حفر ثغرات تتحوّل، في ما بعد، إلى كهوف. وتخرق المياه في بعض الأحيان، الجهة الخلفيّة لكهف ما، فتشكّل قوساً. وقد يتسبّب تلاطم الأمواج المستمرّ، بوقوع الجزء العلويّ من القوس، فلا يبقى منه إلّا العواميد منتصبة، وهي تُسمى عرّمات^(٤) البحر.

ومع الوقت، يُسحق الصخر الذي تفتّت من الأقواس ويصبح رملًا، ثم يُنقل ويترسّب في مكان ما على طول الساحل. وهناك تبدأ عملية بناء شاطئ أو حاجز رمليّ جديد.

التعرية بواسطة الأنهار الجليدية

يعمل الجليد أيضاً، على تعرية الأرض. وفي قمّة العصر الجليديّ الحديث، أي منذ حوالي ١٨,٠٠٠ سنة، كانت أنهار جليديّة كبيرة، وتسمى أغطية

(٤) عرّمات: جمع عرمة، وهي ترسّبات عاموديّة الشكل.

التجوية والتعرية

تخضع الأرض لتغيرات بطيئة، لكنها متواصلة. وتعتبر التجوية والتعرية عاملين طبيعيين، يعملان جنباً إلى جنب على تغيير سطح الأرض.

إنّ التجوية، بحسب تعريف علماء الجيولوجيا، هي عملية تفتّت الصخور بفعل المياه والجليد والأحماض المعتدلة والنباتات والتغيّر في درجات الحرارة. أما التعرية، فهي عملية نقل تلك المواد المُفتّنة. كان من الممكن في النهاية، أن يؤدّي النشاط المشترك لعوامل التجوية والتعرية، إلى تحويل سطح الأرض، إلى سهل ممهد، خالٍ من كلّ معالم، لولا تحرك صفائح الأرض. فالصفائح – وهي ألواح صخرية صلبة تتألّف منها قشرة الأرض اليابسة – تتحرك وتتفاعل باستمرار، فتشكّل الجبال وتغيّر سطح الأرض بطرق مختلفة.

لعوامل التجوية والتعرية، نشاطها تحت سطح الأرض أيضاً. فالتربة تتشكّل باستمرار تحت الأرض، إذ يتفتّت الصخر من جزاء تفرّع جذور الأشجار، والحفريات التي تسببها الحيوانات القارضة، ونشاط المحاليل الحمضية أو مزيج السوائل التي تتكوّن بشكل طبيعيّ.

ويمكن أن تؤثر عوامل التجوية والتعرية كذلك، على السطوح المصطنعة. فالحفر على الطرقات، والتآكل في أرضفة الشوارع، كلّها دلائل على نشاط التجوية والتعرية المستمرّ. وقد تعمل تلك القوى أيضاً، على شحذ التماثيل المنصوبة في الخارج، أو تضليل ومحو الكتابات والنقوش على الأبنية، فتجعلها غير مقروءة. ما من صخر مكشوف على سطح الأرض، يمكنه أن يقاوم قوى التجوية والتعرية، مهما تكن صلابته.

^(١) الإسفين: وتد يوضع بين شاقولين لإبعادهما عن بعضهما.

^(٢) المتعري: المتأثر بعوامل التعرية.

^(٣) متجوّية: متأثرة بعوامل التجوية.



تكوّن جزيرة بركانية: تشكّلت جزيرة سورثسي في تشرين الأول ١٩٦٣، بفعل ثوران بركان تحت مائي. عندما يحدث مثل هذه الثورات، تبرد فجأة الصهارة، الخارجة من شقّ في قاع المحيط، عند احتكاكها بمياه البحر الباردة. فتبع ذلك سلسلة من الانفجارات العنيفة التي يتسبب بها بخار الماء، مع تدفّق حمم بركانية تتراكم حول الشق لتكوّن مخروطاً بركانياً، يمكنه أن يرتفع فوق سطح الماء، كما في حالة جزيرة سورتسي. هذا النوع من التكوينات قصير الأجل عادةً، إذ إن الأمواج تقتته وتدمره في وقت قصير.

أورييجون في الولايات المتحدة وفوهة كيلاويا Kilauea في جزيرة هاواي، بسبب حدوث انهيار مائل. الفوهات الناجمة عن الانهيار، التي يتجاوز عرضها الكيلومتر الواحد تستقى كالديرا. أما الفوهات الأصغر، فستسى الحفر. وتكثر الفوهات على سطح القمر أكثر منها على سطح الأرض. وهي تشكّلت كلّها تقريباً بفعل ارتطام نيازك كبيرة بسطح الكوكب.

منته بحيرة الفوهة الوطني Crater Lake National Park: وقد تمّ إنشاؤه في جنوب غرب ولاية أورييجون، للمحافظة على بحيرة كرايتير الفوهة وعلى الغابات المحيطة بها. وهناك، ترتفع جدران بركان قديم هو جبل مازاما، ما بين ١٥٢ إلى ٦١٠ أمتار، فوق سطح البحيرة، وقد تحوّلت هذه الجدران إلى أشكال رائعة بفعل عوامل الطقس. كذلك ترتفع عدّة قسم من جبال الكاسكاد بالقرب من البحيرة، وهي تتضمن جبل سكوت Mount Scott، وكلاود كاب Cloud Cap ولّاوروك Lao Rock. وتنشبت أشجار الصنوبر بالصخور المتكسرة حول البحيرة، وغالباً ما تنعكس صورتها في الماء. وهناك أيضاً أكثر من خمسمائة صنف من النباتات المزهرة والخشبار والأزهار التي تنبت في المروج وعلى المنحدر البركانيّ، هذا بالإضافة إلى عدد كبير من الطيور والحيوانات. وفي عام ١٩٠٢، أمر الرئيس تيودور روزفلت بتخصيص مساحة عشر مقاطعات من ولاية أورييجون من أجل إنشاء المنتزه.



فوهة الفيزوف: يتألف هذا البركان الشهير الواقع قرب مدينة نابولي، من قمتين تنتمي كل منهما إلى نوع مختلف تماماً. جبل سوما هو بقايا فوهة قديمة دُمّرت بفعل انفجارات متتالية، والخروط الكبير، الذي يحمل الفوهة الحالية، هو جبل يبلغ أقصى ارتفاع له ١٢٧٧م وتنعكس صورته في خليج نابولي. حدث أول ثوران موثّق لهذا البركان سنة ٧٩ ميلادية. وقد دُمّرت في حينها مدن بومبي وهركيولانيوم وستابيا المجاورة للبركان، ودفنت تحت المواد البركانية.

عجائب العالم الطبيعيّة السبع

عجائب العالم الطبيعيّة السبع، هي جدول بالمعالم الطبيعيّة البارزة، الموجودة على سطح الأرض. ويستعين المدرّسون بهذا الجدول لتعريف الطلاب على دراسة علم الأرض، كما أنّه يجعلنا نقدرّ التنوّع الكبير الذي توفّره لنا المناظر الطبيعيّة. ويرتكز وضع مثل هذا الجدول، على عوامل تؤخّذ بالإعتبار، وتتضمّن الميزات الجغرافيّة للمعالم المذكورة فيه، إضافة إلى أهمّيّتها الجغرافيّة ومدى اجتذابها السياح. وهناك جداول كثيرة متنوّعة، إلّا أنّ اللائحة التي يتوافق عليها علماء الأرض بغالبيتهم، لا بدّ أن تتضمنّ معظم المعالم التالية:

الجراند كانيون Grand Canyon (الوادي الكبير): في الولايات المتحدة. وهو من المعالم التي تخطف الأنفاس. وقد نتج عن تآكل الصخور الذي تسبّب به نهر كولورادو، على مدى حوالى الستة ملايين سنة. ويمتدّ الوادي عبر شمال غرب ولاية أريزونا، على مسافة ٤٤٦ كم، وبعمق يبلغ حوالى ١,٦ كم. وقد كشف التآكل أيضاً عن تشكّيلات من الصخور، تثقل ١,٧٥ مليار من السنين عبر تاريخ الأرض. إلّا أنّ إنشاء سدّ جلن كانيون Glen Canyon عند أعالي مجرى النهر قبل الجراند كانيون، تسبّب في الحدّ من تدفّق المياه، وبالتالي من معدّل التآكل.

جبل إيفريست: ويرتفع ٨٨٤٨ متراً عن سطح البحر. وهو أعلى جبل في العالم، يقع على الحدود بين النيبال والتّيبّت في سلسلة جبال هيمالايا. وقد تكوّنت هذه السلسلة بنتيجة التصادم التدريجي لاثنتين من أصل ثلاثين صفيحة تكتونيّة تقريباً، تتكوّن منها القشرة الأرضيّة. وقد انثنت إحدى هاتين الصفيحتين من جزاء التصادم الحاصل، تماماً كما ينثني غطاء المائدة عندما يُدفع من أحد أطرافه، وهنا تثقل الثنية الأعلى من الغطاء، جبال هيمالايا. ولا تزال سلسلة الجبال هذه، ترتفع بمعدّل سنتيمتر واحد كلّ سنة.

صخرة أيزر Ayers Rock: وهي أكبر كتلة حجر واحدة في العالم، ترتفع ٣٤٨ متراً فوق مستوى صحراء وسط أستراليا. وللصخرة شكل مخروطيّ، ويبلغ محيطها حوالى ٩ كم، وهي من الحجر الرمليّ الأحمر، كما وتُعرف باسم «أولورو» بلغة سكان أستراليا الأصليّين.

سيرفان (ماتهورن): وهو أحد أجمل الجبال على سطح الأرض. تقع قاعدته في سويسرا وإيطاليا، أمّا قمّته فهي في سويسرا وترتفع ٤٤٧٨ متراً فوق سطح البحر. ويُعرف جبل سيرفان (ماتهورن) بشكله الهرميّ المميّز. ويسمّيه علماء الأرض «القرن». وقد اكتسب شكله «القرنيّ» بفعل أنهار الجليد التي دأبت على حتّ الصخور من الجبل ودفعها من جهات متقابلة باتجاه الداخل.

شلالات فيكتوريا: وهي شلالات على نهر الزمبيزي في جنوب أفريقيا، بين زيمبابويه وزامبيا. ويبلغ عرض هذا النهر في منطقة الشلالات حوالى ١,٦ كم. وتصبّ الشلالات في مجرى ضيّق من علوّ ١٠٨ أمتار. ويشكّل اسمها باللغة المحليّة، وهو Mosi Oa Tunya أي الدخان الراعد، وصفاً للضجيج الهائل الذي يصدر عن هذه الشلالات ورذاذ الماء الذي يتطاير منها.

فوهة النيزك Meteor Crater: المعروفة أيضاً باسم فوهة بارينجر. وهي منخفض أرضيّ دائريّ هائل، بالقرب من ونسلو في ولاية أريزونا في الولايات المتّحدة. وقد تشكّلت هذه الفوهة، عندما اصطدم نيزك بالأرض منذ حوالى خمسين ألف سنة - وهو حدث ليس بعيد في تاريخ الجيولوجيا. ويبلغ عمق الفوهة ١٧٥ متراً وقطرها ١٢٧٥ متراً. ويعتبرها العلماء أفضل فوهة من نوعها على الأرض لأنّها تشكّلت منذ عهد قريب جداً، ولا تزال بحال مثاليّة.

الحاجز المرجانيّ الكبير Great Barrier Reef: وهو أطول مجموعة من الحيوّد المرجانيّة في العالم، يحاذي ساحل أستراليا

بعض الممارسات الزراعيّة يزيد من فرص تعرض التربة لعوامل التعرية.

عندما يقوم المزارعون بحراثة المناطق الحاذقة، تتمكّن الرياح بسرعة من الاطاحة بسطح التربة المكشوف.

وأيضاً، عندما يحرثون حقولهم في أعلى المنحدر الأرضيّ وأسفله، بدلاً من المرور بداخله، تتمكّن المياه من جرف سطح التربة بسهولة أكبر. وقد يُحدث سقوط الأمطار الغزيرة انزلاقات أرضية، تؤديّ إلى تدمير الحقول والقرى.

إنّ إزالة الغابات - تقريباً من الأشجار، إمّا بقطعها أو بحرقها - تساهم أيضاً في التسريع بتعرية التربة. فعندما تزول الغابات، تصبح التربة التي كانت مثبتة بالأشجار، أكثر عرضة للتعرية. وقد تحدث الإنزلاقات الأرضيّة. هذا بالإضافة إلى تدفّق المياه فوق التربة المكشوفة، بدلاً من تسوّبها إلى الداخل، الأمر الذي يؤديّ إلى الفيضانات. ففي بنجلادش مثلاً، أصبح حدوث الفيضانات أكثر تكراراً، بعد قطع كلّ الغابات القائمة عند سفوح الهيمالايا، لاستخدام أخشابها وقوداً، أو إفساح المجال لإنشاء الحقول وبناء المنازل.

التعدين المعرّي Strip mining، طريقة تعدين سطحية، يستخرج فيها الفحم، وتصحب من بعدها الأرض جرداء تماماً، بعد تعريتها من الصخور والتربة والنباتات. إنّ الأرض التي تخضع لمثل هذا النوع من التعدين، تتأثّر بسهولة بعوامل التعرية، إذ تنتزع منها

النباتات التي تثبت فيها التربة وتحميها. إنّ الإنزلاقات الوحليّة شائعة في مثل تلك المناطق، خصوصاً في مواسم الأمطار الغزيرة.

طول شواطئ عدّة، على المحافظة على الكثبان الرمليّة، بزرعها بالحشائش الساحليّة والنباتات الأخرى. فجذور الأعشاب المنتشرة في العمق، وجذوع النباتات الأخرى المتسلّقة، تساعد في تثبيت الكثبان الرمليّة، يارساء بعض أجزاء من الرمل.

التأثير البشريّ

تحدث عمليّات التجوية والتعرية بشكل طبيعيّ، وهي تسرّع في بعض الأحيان، بفعل نشاطات البشر. وغالباً ما تكون النتائج ضارّة. إنّ بعض الأنواع من الهواء الملوث تزيد من نسبة التجوية، كما أنّ بعض الأعمال الزراعيّة وأعمال التقيب والبناء، يجعل الأرض أكثر عرضة للتعرية بفعل الهواء والماء. عندما يستخدم الناس الخروقات مثل الفحم والغاز والنفط، تنطلق في الأجواء، موادّ كيميائيّة مثل اكسيد النتروجين وثاني اكسيد الكبريت. وعندما تتحد تلك الموادّ الملوّثة مع أشعّة الشمس والرطوبة، تتحوّل إلى حوامض تتساقط مع الأمطار وترتسبات أخرى.

يُعرف هذا النوع من الترسّبات، بالمطر الأسيديّ. ويتأثّر حجر البناء والطلاء بعوامل التجوية، بسرعة أكبر، عندما يتعرض للمطر الأسيديّ. ويُعتبر هذا المطر مسؤولاً عن التدهور السريع للكثير من المنشآت الحجريّة التاريخيّة، مثل البارثينون Parthenon في اليونان.

يحتاج الناس إلى التربة من أجل نموّ المحاصيل الزراعيّة، لكنّ التعرية قد تحمل التربة الخصبة بعيداً، فالأمطار والفيضانات مثلاً، قد تعزّي الحقول من تربتها السطحيّة وتطحّ بها الرياح بعيداً. كذلك فإنّ

التعرية بواسطة الرياح

تحمل الرياح الغبار والرمل والرماد البركانيّ، وتخفر السطوح الأرضيّة. وهي تعمل جنباً إلى جنب مع عوامل التجوية والتعرية الأخرى، لكي تشخّذ سطوح الجرف، وتبني تلالاً من الرمل تستقى الكثبان الرمليّة. في المناطق القاحلة، يمكن أن تضرب العواصف الرمائيّة، الصخور بقوّة هائلة، فتشخّذ المناطق الصخريّة الهشّة، وتخفر تشكّيلات غير عاديّة في المناطق الصخريّة الأكثر صلابة.

إنّ الرياح، على عكس المياه، يمكن أن تنقل الترسّبات باتجاه الأعلى كما في اتجاه الأسفل. وهي ميزة تعطي الرياح القدرة على بناء الكثبان الرمليّة. توجد الكثبان الرمليّة على طول السواحل وفي بعض الصحاري، حيث تتراكم ترسّبات كبيرة من الرمل. وهناك حقول واسعة من الكثبان في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. قد تتشكّل الكثبان أيضاً، على طول الشواطئ الرمليّة لبعض الأنهار والبحيرات، كما حدث على طول ضفاف بحيرة ميشيجان وبحيرة سايبيريور في أميركا الشماليّة.

تتحرك الكثبان وتتغيّر باستمرار، إذ تلتقط الرياح الرمل وتنقله. ويمكن للكثبان أن تنقل بعيداً لدرجة أنّها تغمّر في طريقها، الزرع والمنازل. وهي تأخذ أشكالاً متنوّعة ومتغيّرة، منها التلال، والسلاسل المنحنية، والمرتفعات الهلاليّة^(٥). ومن النماذج الرمليّة المتغيرة، التي يمكن أن تكسّمها الرياح، كتيان رمليّة نجميّة الشكل.

إنّ الكثبان التي تتشكّل على طول الجزر المتاخمة للساحل وعلى طول الشواطئ، تساعد في حماية مناطق اليابسة من عوامل التعرية. ويعمل الناس، على

جليديّة، تغمّر أجزاء واسعة من سطح الأرض، بما فيها أجزاء من أوروبا الشماليّة، وشمال أميركا.

وخلال تحوّل تلك الكتل من الجليد، كانت تلتقط التربة والصخور وتغمّر كل شيء في طريقها. وقد جرفت أغطية الجليد، كميات هائلة من التربة من كندا الوسطى، كما حملت التربة باتجاه الجنوب، ووضعتها في السهول الوسطى للولايات المتحدة.

كذلك، حفرت الأغطية الجليديّة أحواضاً أصبحت بحيرات في ما بعد - من بينها بحيرات فينجر Finger في غرب ولاية نيويورك. وقد تشكّلت أحواض تلك البحيرات بواسطة أغطية جليديّة انحدرت عبر مجموعة من الوديان المتوازية وحفرت فيها أحواضاً عميقة.

عندما يذوب نهر جليديّ، فهو يرشّب حمولته من التربة والصخر. وتستقى ترسّباته الجرفيّة، وهي قد تحتوي على صخور كبيرة مستديرة. وقد تقوم الجرفاة في بعض الأماكن، بدور السدّ، إذ تسدّ الوديان وتشكّل مناطق تتجمّع فيها الماء ضمن بحيرات. وفي أماكن أخرى، تتكدّس أكوام من الترسّبات الجليديّة لتشكّل سلاسل طويلة من المرتفعات الأرضيّة، مثل جزيرة لونج أيلاند في ولاية نيويورك ورأس كود في ماساشوستس.

لا تزال أنهار جليديّة عملاقة تغطّي الكثير من القطب الجنوبيّ وجرينلاند. لكن اليوم، يتشكّل معظم الأنهار الجليديّة الصغيرة، في أعالي الجبال. وهناك، تتراكم الثلوج من سنة إلى سنة وتتحوّل إلى جليد. وفيما تزحف تلك الأنهار الجليديّة نزولاً، تقوم بحفر تنوعات حادّة، تستقى الحروف، بين وديان على شكل U. وقد تشكّل الأنهار الجليديّة تلك، خلجاناً صغيرة تستقى الأسن البحرية، في المكان الذي تبلغ فيه المحيط.

(٥) المرتفعات الهلاليّة: مرتفعات على شكل هلال.

مشهد لصخرة معروفة بـ «حدوة الحصان» في نهر كولورادو في ولاية أريزونا، تكوّنت بفعل عوامل التجوية والتعرية

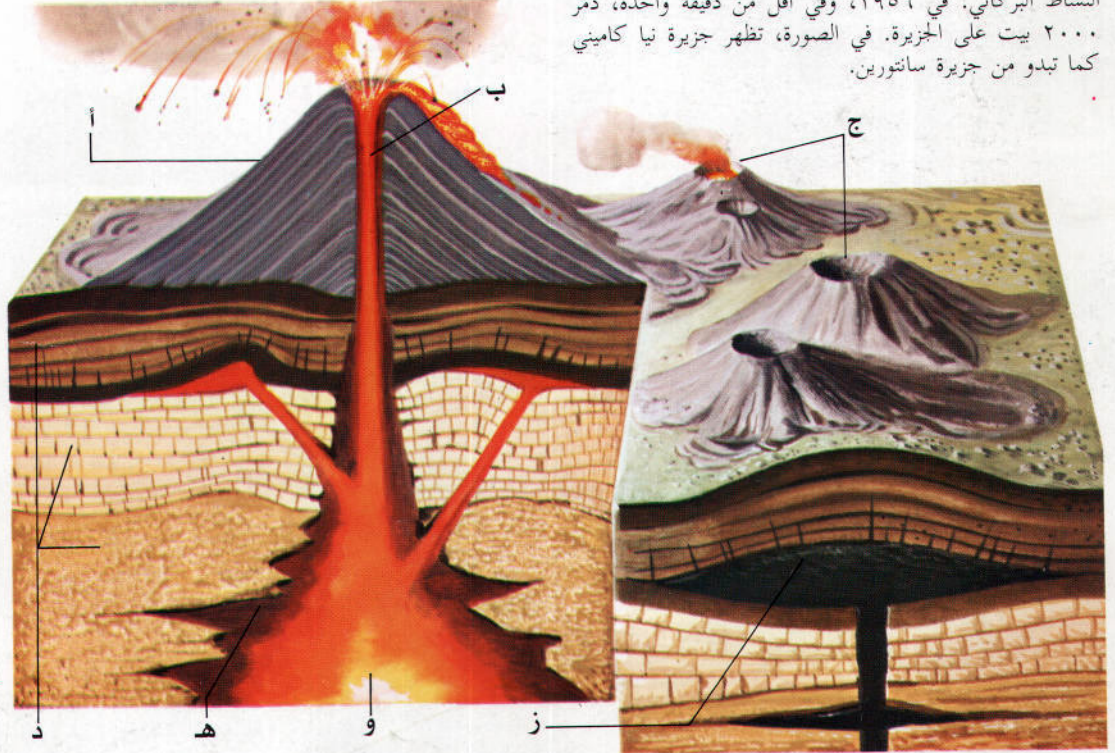




سانتورين، الانفجار البركاني الذي دمر حضارة

تنتمي جزيرة سانتورين إلى مجموعة جزر السيكلاد الواقعة في جنوب بحر ايجه. وتشكل سانتورين أحد الآثار الباقية من أرض ايجيد القديمة التي كانت تصل اليونان بآسيا الصغرى. قبل ١٢٥٠ ق.م، كانت سانتورين، المعروفة في ذلك الوقت باسم تيرا، جزيرة تقع على المحيط الدائري لمنطقة كانت تزدهر فيها حضارة من النوع الكريتي المينوي.

حوالي ١٢٥٠ ق.م، دمر ثوران بركاني عنيف الأقسام الداخلية المأهولة من الجزيرة التي تحولت إلى ركام. ولم يبق من الجزيرة سوى قطاع هائل الشكل وعدد من الجزيرات الصغيرة. وهكذا، قضى على جماعة بحرية مزدهرة في بدء نشأتها. يؤكد بعض علماء الآثار أن كارثة تيرا تفشر الانهيار المفاجيء للحضارة الكريتيه المينوية. ويعللون ذلك بأن الرماد المنبعث من تيرا قضى على النبات وجعل مرفأء كريت غير صالحة للإبحار. في الأزمنة الحديثة، بدأ بركان سانتورين، الذي كان ساكناً، يظهر بعض الدلائل على عودة النشاط البركاني. في ١٩٥٦، وفي أقل من دقيقة واحدة، دمر ٢٠٠٠ بيت على الجزيرة. في الصورة، تظهر جزيرة نيا كاميني كما تبدو من جزيرة سانتورين.



مخروط بركاني (أعلاه)

يتميز هذا التكوين البركاني، القائم في أميركا الوسطى، بشكل مخروطي نموذجي. إنه بركان طبقي، أو مركب، تشكل بترامك طبقات متناوبة من الحمم والمواد البركانية (رماد وقنابل بركانية). يتشكل الرماد أثناء فترات السكون النسبي التي يشهدها البركان، بينما ترتبط القنابل البركانية بالنشاط الانفجاري، الذي تسبقه هزّات وأصوات مدوّية، وتترافق مع انبعاث عمود كبير من الغازات والبخار الضّهاري من فوهة البركان (انظر الصورة). غالباً ما تتمدّد هذه الغازات والأبخرة إلى الأعلى، متخذة شكل شجرة الصنوبر.



سيول الحمم

سيول من الحمم تتمعّج على سفوح بركان بيتون دو لا فورنيز Piton de la Fournaise القائم على جزيرة ريونيون، وهي جزيرة واقعة في المحيط الهندي إلى الشرق من مدغشقر. عندما تكون في حالة السيولة، تجري الحمم، التي تراوح حرارتها بين ٨٠٠ و ١٠٠٠°مئوية، في أنهار وجدول، وتشكل شلالات وبحيرات.

أنواع البراكين



النوع الهاواي
يتميّز بدفق مستمر من الحمم الشديدة السيولة.

النوع السترومبولي
تجري كميات صغيرة من الحمم، ترافقها انفجارات متقطعة.

النوع القولكاني
إطلاق عنيف لكميات من الرماد والمواد الأكبر حجماً، ترافقه سحابة من الدخان مميّزة جداً.

البراكين

البراكين من فولكان Vulcan، إله النار عند الرومان القدماء، الذين كانوا يعتقدون أنّ هذا الإله كان يحيا تحت جزيرة واقعة في البحر مقابل الساحل الإيطالي. وقد أسموا الجزيرة فولكانو.

كيف يتشكّل البركان؟

تتشكّل البراكين بفعل قوى شديدة الطّاقة في باطن الأرض، ما يزال العلماء غير مستوعبين لها تماماً. لكنّ عدّة نظريّات تحاول شرح كيف تُشكّل هذه القوى البراكين. ونورد هنا النظرية الأكثر شيوعاً حول تشكّل البراكين وثورانها.

بداية البركان: تبدأ البراكين على شكل ضُهرة Magma، وهي صخور مصهورة في باطن الأرض بسبب الحرارة الشّديدة هناك. فعند أعماق معينة، تصل درجة الحرارة إلى مستويات عالية جداً بحيث تصهر الصخور بشكل جزئيّ. وعند انصهار الصخور، تتولّد كمّيّات كبيرة من الغاز تختلط مع الضُهرة. ويتشكّل معظم الضُهرة على عمق يتراوح بين ٨٠ و ١٦٠ كم تحت سطح الأرض، ويتشكّل بعضها على عمق ٢٤ إلى ٤٨ كم.

ترتفع الضُهرة المزروجة بالغاز إلى السطح تدريجياً لأنّها أخفّ من الصخور الصلبة المحيطة بها. وأثناء هذه العملية، تصهر الضُهرة بعض الصخور الضّلبة وتفتح فيها فجوات. وتتجمّع الضُهرة بعد ذلك في حجرة تبعد عن سطح الأرض ٣ كيلومترات فقط. وتشكّل حجرة الضُهرة Magma Chamber الحُزان الذي يغذّي البركان بالمواد التي يقذفها عند ثورانه.

(٥) اللّابة: الحيمم البركانيّة.

ثورة البركان: تخضع الضُهرة الغنيّة بالغازات في حجرتها لضغط كبير يفرضه وزن الصخور المحيط بها. وبسبب هذا الضغط، تنفجر الضُهرة أو تفتح لنفسها قناة بصهر الصخور المتشقّقة أو الضّعيفة.

وتفلت الضُهرة من عقابها، فتفجر فتحة تسمّى المنفذ المركزيّ Central Vent ينطلق منها معظم الضُهرة والمواد البركانيّة التي تحملها. وتتراكم المواد تدريجياً حول هذا المنفذ حتى تشكّل جبلاً هو البركان. وبعد توقف الثّورات، تتشكّل فوهة شبيهة بالبرديّة Bowl على قمة البركان. ويقع المنفذ المركزيّ تحت الفوهة مباشرة.

وبعد تكوّن البركان، لا يصل كلّ الضُهرة المقدوفة في الثّورات اللاحقة إلى السطح عبر المنفذ المركزيّ. فبعض الضُهرة المنطلقة إلى أعلى يخترق جدار القناة، ويفتح قنوات أصغر في جانب البركان يخرج منها بعض الضُهرة، فيما يبقى جزء كبير منها في الداخل.

أنواع المواد البركانيّة:

تقذف البراكين ثلاثة أنواع رئيسيّة من المواد، وهي اللّابة، شظايا الصخور والغازات. ويختلف محتوى المادّة المقدوفة بحسب درجة لزوجة الضُهرة.

اللّابة: هي الضُهرة التي نجتحت في الخروج إلى سطح الأرض. عندما تصل اللّابة إلى السطح، تكون حمراء وحارّة، وتجاوز درجة حرارتها ١١٠٠ درجة مئوية. وتتماز اللّابة المائعة بانسيابها السريع على سفوح البركان بينما تسيل اللّابة اللّزجة ببطء. وحين

تبرد اللّابة، تتجمّد في أشكال عدّة. فاللّابة المائعة تتجمّد في طبقات صخريّة ناعمة وملتوية تسمّى باهوو Pahoehe. أمّا اللّابة اللّزجة فتشكّل طبقات صخريّة خشنة ومثلّمة تسمّى آي آي AA. وتغطّي الباهوو والآي آي مساحات كبيرة في هاواي، البلد الذي نشأت فيه التّسميتان. وتشكّل اللّابة المتميّزة بلزوجة شديدة جلاميد Boulders وكتلاً صخريّة تسمّى انسيابات كتليّة Block Flows. ويمكن أن تشكّل أيضاً هضاباً صغيرة من اللّابة تسمّى قباباً Domes.

ومن تشكّيلات اللّابة الأخرى مخاريط الرّذاذ Spatter Cones والأنابيب اللّابيّة Lava Tubes. ومخاريط الرّذاذ عبارة عن تلال حادّة الشّقوق لا يزيد ارتفاع واحدتها عن ٣٠م، وهي تتشكّل من رذاذ اللّابة المطاير عند ثوران البركان. أمّا الأنابيب اللّابيّة فأفئاق تكوّننها اللّابة المائعة التي تبرد من الخارج وتتصلّب، فيما تظلّ اللّابة الدّاخليّة سائلة وجارية. وبعد انتهاء جريان اللّابة، تخلف اللّابة الدّاخليّة أنفاقاً داخليّة.

شظايا الصخور: وتسمّى أيضاً الثّفرا Tephra، تشكّيلات من الضُهرة اللّزجة إلى درجة لا تسمح بخروج الغاز المتجمّع فيها بسهولة عندما تقترب الضُهرة من السطح أو المنفذ المركزيّ. لكنّ الغاز لا يلبث أن يجمّع ضغطاً كبيراً يفجر اللّابة إلى شظايا. وأنواع الشّظايا الصخريّة ثلاثة، وهي مرتّبة من الأصغر إلى الأكبر، كما يلي: الغبار البركانيّ والرّماد البركانيّ والقنابل البركانيّة.

بركان درعي من نوع الهاواي



والجبال أيضاً - في أمكنة محدّدة. بحسب هذه النظرية، يقسم سطح الأرض إلى عدد من القطع الصخرية الصلبة تسمى صفائح. وتتحلق هذه الصفائح أو تنجرف باستمرار فوق طبقة من الصخر المصهور جزئياً. وتتقارب كلّ صفيحتين متجاورتين أو تتباعدان بمقدار ١ إلى ١٠ سم في السنة. وتتصادم أطراف الصفائح جزاء هذه الحركة أو تتباعد أو تنتقل بحاذة بعضها البعض. ويقع معظم البراكين على حدود الصفائح.

يتشكّل معظم البراكين حيث تتصادم صفيحتان وتدخل إحداها تحت الأخرى. وأثناء هبوط الصفيحة المقتحمة ينصهر جزء منها بسبب الاحتكاك وحرارة الأرض. ويرتفع بعد ذلك القسم المنصهر على شكل صهارة، التي ما ان تصل إلى سطح الأرض حتى تبدأ بتكوين بركان.

ويحدث نشاط بركاني حيث تتباعد صفيحتان، وهذا أمر يغلب حدوثه في قاع المحيطات. فمع تباعد الصفيحتين، يسهل للصهارة المجمّعة تحتها بالبروز إلى أعلى، عبر المساحة التي تفصل بين الصفيحتين. وتخرج كمّية كبيرة من اللابة إلى قاع المحيط، وبسبب تراكمها تنشأ سلاسل جبال تحت سطح المحيط مثل التّنوء الأطلسي المتوسط Mid-Atlantic Ridge الذي يمتدّ على طول المحيط الأطلسي. وليست جزيرة إيسلاندا والجزر البركانية القريبة منها سوى أجزاء من هذه السلسلة باتت أعلى من سطح المياه.

وبعض البراكين، كذلك المنتشرة في هاواي، يقع بعيداً عن حدود الصفائح. ويعتقد بعض العلماء

في طبقات متناوبة حول المنفذ لتشكّل جيلاً مخروطي الشكل وعالياً. ومن الأمثلة، جبل فوجيما الواقع في اليابان، بركان مايون Mayon في الفلبين وبركان فيزوف Vesuvius في إيطاليا. في سنة ٧٩ ميلادية، ثار فيزوف وطمرت مقدوقاته المدن القريبة منه: بومبي Pompeii وهركيولانيوم Herculanum وستايا Stabia، تحت كتلة من الرماد والغيبار والجمر. ويعتبر جبل سانت هيلين St. Helens، الذي انفجر عدّة مرّات منذ سنة ١٩٨٠، أحد أكثر البراكين المركّبة نشاطاً في الولايات المتحدة.

قد يحدث أن تفرغ حجرة الصهارة التابعة لبركان درعي أو أحد مخاريط الجمر أو بركان مركّب، وذلك بعد انبثاق معظم محتوياتها إلى الخارج. وبسبب فراغ الحجرة، لا تعود قادرة على حمل البركان الذي يعلوها، فينهار جزء كبير منه مشكلاً فوهة ضخمة تسمى كالديرا Caldera. من الأمثلة، بحيرة كرايتر Crater Lake في الأوريجون Oregon، إحدى الولايات المتحدة، وهي كالديرا مملوءة بالمياه، يبلغ أقصى طول لها ١٠ كم وعمقها ٥٨٩ م.

لماذا تتواجد البراكين في أمكنة معيّنة؟

تكثر البراكين على حزام وهمي يطوق المحيط الهادئ يسمى دائرة النار Ring of Fire. كما تنشط البراكين في هاواي وإيسلاندا وجنوبي أوروبا وفي قاع المحيطات.

وقد طوّر العلماء نظرية أسموها تكتونية الصفائح تفسّر سبب وجود معظم البراكين - ومعظم الزلازل

البركانية، لكنّ البعض الآخر يتأتى من المياه الباطنية التي ترتفع حرارتها حين تحتك بالصهارة. وتعمل الغازات كمّيات كبيرة من الغبار البركاني التي تجعل الغازات تبدو كدخان أسود.

أنواع البراكين:

يقسم العلماء البراكين إلى ثلاث مجموعات رئيسية: براكين درعية Shield Volcanoes، مخاريط الجمر Cinder Cones وبراكين مركّبة Composite Volcanoes. وتختلف أشكال البراكين من مجموعة إلى أخرى، كما تختلف المواد التي تشكّلت منها.

البراكين الدرعية: تتشكّل عندما تنتشر كمّية كبيرة من اللابة سهلة الانسياب على مساحة شاسعة حول المنفذ. ولا تلبث اللابة أن تكون جيلاً منخفضاً وعريضاً يشبه القبة. من أبرز الأمثلة جبل ماونا لوا Mauna Loa في هاواي الذي تشكّل من آلاف التدفّقات المستقلّة والمتراكمة للابة. وتصل سماكة كلّ طبقة إلى أقل من ١٥ م.

مخاريط الجمر: تتكوّن عندما تنثني التفرا Tephra من المنفذ وتتساقط حوله. وتتراكم التفرا، وهي عبارة عن جمرات، لتشكّل جيلاً شبيهاً بالخروط. من أبرز الأمثلة جبل پاريكوتين Paricutin في غربي المكسيك. وقد انفجر البركان في العام ١٩٤٣ عندما انفتح شق في حقل للذرة. وعندما انتهت ثوراته في العام ١٩٥٢، بلغ ارتفاع الجبل المخروطي ٤١٠ م.

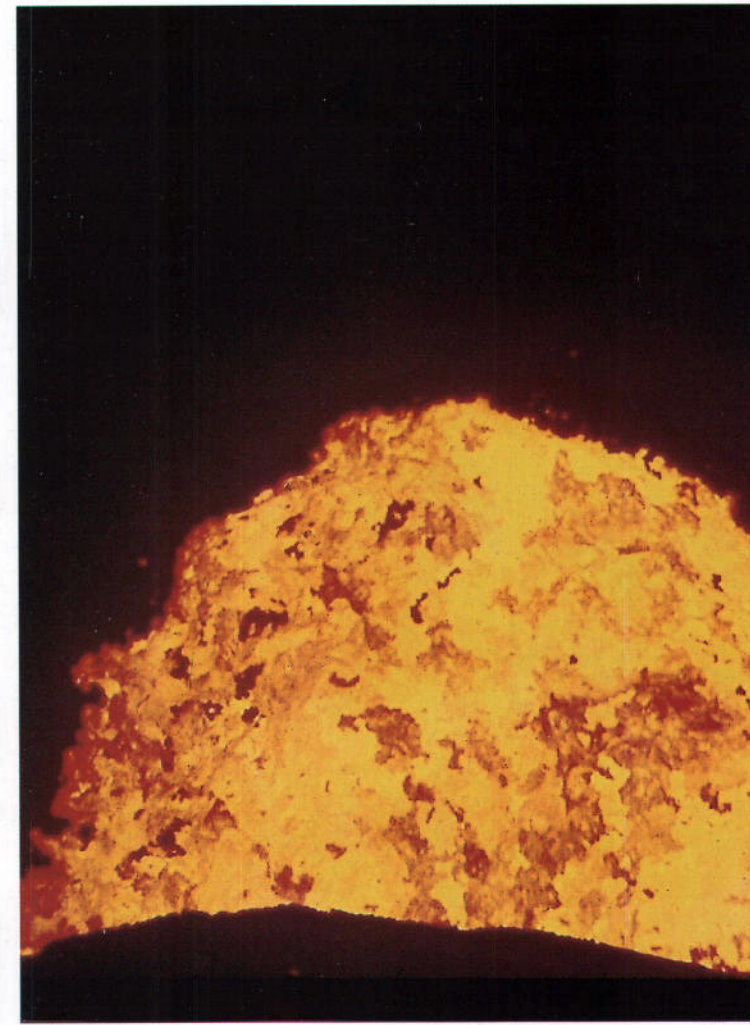
البراكين المركّبة: تتشكّل بعد انبثاق لابة وتفرأ في الوقت نفسه من منفذ واحد. وتتراكم المادّتان

يتألّف الغبار البركاني من جسيمات يقلّ قطرها عن ٢٥ مم، وهو قادر على الطيران إلى مسافات بعيدة عن البركان. وفي العام ١٨٨٣، ثار بركان كراكاتاو Krakatau في أندونيسيا، وقذف غباراً وصل إلى ارتفاع ٢٧ كم في الهواء. وقد حمل الغبار إلى بقع عدّة من الأرض مشكلاً غروباً أحمر اللون في أكثر من بلد. ويعتقد بعض العلماء أن الغبار البركاني قادر على إحداث تغييرات مناخية لأنّه يحدّ من كمّية ضوء الشّمس الواصل إلى الأرض.

ويتألّف الرماد البركاني من شظايا يقلّ قطرها عن ٥ مم. ويتراكم معظم الرماد البركاني على الشاطئ، ويتحدّ في صخور تسمى طبقات بركانية (جمع طبقة Volcanic Tuff). ويتحدّ الرماد البركاني أحياناً مع مياه الأنهار القريبة، فيشكّل أنهاراً طينية Mudflows تغلي مياهها وتصل سرعة جريانها إلى ٩٧ كم في الساعة، ويمكن أن يكون لها مفعول تخريبي شديد الوطأة.

أما القنابل البركانية فشظايا كبيرة الحجم يراوح حجمها بين حجم كرة المضرب وكرة السلة. ولا يزيد طول القنبلة البركانية عن ١,٢ م ووزنها عن ٩١ طناً مترياً. وتسمى القنابل الصغيرة جمرات Cinders.

الغازات: تخرج الغازات من البراكين بكمّيات كبيرة جداً خلال ثورانها. ويغلب على الغازات بخار الماء، إضافة إلى كمّيات أقلّ من ثاني أكسيد الكربون والنيتروجين وثاني أكسيد الكبريت وغازات أخرى. ويأتي معظم البخار من الصهارة



بركان مركّب في جبل بيلي، المارتينيك



بركان درعي من النوع الهاواي



بركان درعي من النوع الهاواي



بركان مخروطي جبري من النوع السترومبولي





بركان مخروطي جيمري



من البراكين المركبة من النوع الفولكاني

أما القُورَات البِلَيتِيَّة فهي الأعنف، ويأتي اسمها من ثورة جبل بيلي في المارتينيك، إحدى جزر الانتيل الصغرى، في العام ١٩٠٢. وقد أودت هذه القُورة بحياة ٣٨,٠٠٠ شخص. وفي القُورَات البِلَيتِيَّة، يتراكم الغاز في صهارة شديدة اللزوجة، فيشكل ضغطاً هائلاً. ولا يلبث الضغط أن يفجر البركان فتنفج غيوم متوهجة من الرماد والغبار الحائزين. وفي القُورَات البِلَيتِيَّة، يتفجر جزء كبير من البركان نفسه.

التنبؤ بالقُورَات البركانية: يركز العلماء على هذه الناحية كثيراً. فإذا ثار بركان ما، لا يمكن فعل الكثير لحماية الأملاك القريبة منه من الخراب. لكن الكثير من الأرواح يمكن إنقاذها، إذا تم إجلاء الناس من المنطقة المحيطة ببركان يُعتقد أنه على وشك الانفجار.

لا يمكن التنبؤ بمعظم القُورَات البركانية. لكن بعض البراكين، لا سيما تلك التي في هاواي، يملك نظام تنبيه مسبق مبنياً فيه. فقبل أن يفجر أحد هذه البراكين، يزداد حجمه بفعل الصهارة المتجمعة في حجرة الصهارة. ومع ارتفاع الصهارة، يحدث بعض الهزات الأرضية، وترتفع درجات الحرارة في المناطق المحيطة، ويبدأ بعض الغازات بالخروج من المنفذ.

ويستخدم العلماء عدداً من الأجهزة للتنبؤ بانفجار براكين من هذا النوع. فهم يلجأون إلى آلة تسمى مقياس الميل Tiltmeter لقياس ازدياد حجم البركان. ويستعملون أيضاً راسم الزلازل Seismograph لمعرفة قوة الزلازل الحاصلة قبيل

إثنا Etna في صقلية وهو الالاي Hualalai في هاواي.

والبراكين الهامدة غير ناشطة، ولكن منذ مدة غير كافية للتأكد من أنها لن تثور مجدداً. من هذه البراكين «النائمة» قمة لاسن Lassen في كاليفورنيا في الولايات المتحدة وباريكوتين في المكسيك.

أما البراكين الهامدة فلم تشهد أي ثورة منذ بداية التاريخ المسجل. ومن الأمثلة، أكوتكاچوا في الأرجنتين وجبل كينيا في كينيا. ويرجح العلماء أن هذه البراكين لن تنفجر مجدداً.

تصنيف القُورَات البركانية: يقسم العلماء القُورَات البركانية إلى أربع مجموعات أساسية: الهاوائية، السترومبولية، الفولكانية والبليية. ويعتمد التقسيم على درجة عنف الثورة ونوع المقذوفات.

القُورَات الهاوائية، التي أُسِّيت كذلك نسبة إلى براكين هاواي، هي الأقل عنفاً، تقذف خلالها لابة مائعة جداً تسيل ببطء من عدة منافذ وتتراكم لتشكل تدريجياً براكناً درعياً.

والقُورَات السترومبولية، واسمها نسبة إلى سترومبولي، تنتج عن تسرب متواصل للغازات من الصهارة. ومع خروج الغازات، تنتج القفرا التي تتراكم لتشكل مخروط جمر.

وفي حال القُورَات الفولكانية، واسمها مستمد من جزيرة فولكانو البركانية أمام الساحل الإيطالي، تسد الصهارة الزجة المنفذ المركزي، فيتراكم الغاز ويزداد الضغط حتى تنفجر الصهارة على شكل غبار وقنابل بركانية.

أن هذه البراكين نشأت عندما برز عمود ضخ من الصهارة من داخل الأرض إلى سطحها. ويستوى هذا العمود، الذي يبلغ قطره ١٦٠ كم ويزيد ارتفاعه بين ١٣ و٢٥ سم كل عام، ريشة الوشاح Mantle Plume. ويحدث في بعض الأحيان أن يرتفع هذا العمود إلى السطح بحيث يسمح لقسم من الصهارة باختراق السطح وتشكيل بركان.

دراسة البراكين:

تسمى دراسة البراكين علم البراكين Volcanology. وترتكز هذه الدراسة على طبيعة القُورَات البركانية وأسبابها، وقد أنقذ هذا الفرع من المعرفة الكثير من الحيوانات. وقد أنشأ علماء البراكين عدداً من المراصد على سفوح الكثير من البراكين أو حافاتها. ومن هذه المراصد، تلك الموجودة على براكين جبل أساما Asama في اليابان وكيلاوليا Kilauea في هاواي وفيزوف في إيطاليا.

تصنيف النشاط البركاني: يصنف العلماء البركان على أساس الوقت الذي يمر بين ثورة وأخرى. فالبركان يكون ناشطاً، متقطعاً، هامداً أو خامداً.

تثور البراكين الناشطة بشكل دائم وهادئ بشكل عام، لكن ثورة عنيفة تحدث من وقت لآخر. من أبرز البراكين الناشطة سترومبولي الواقع على جزيرة أمام الساحل الإيطالي.

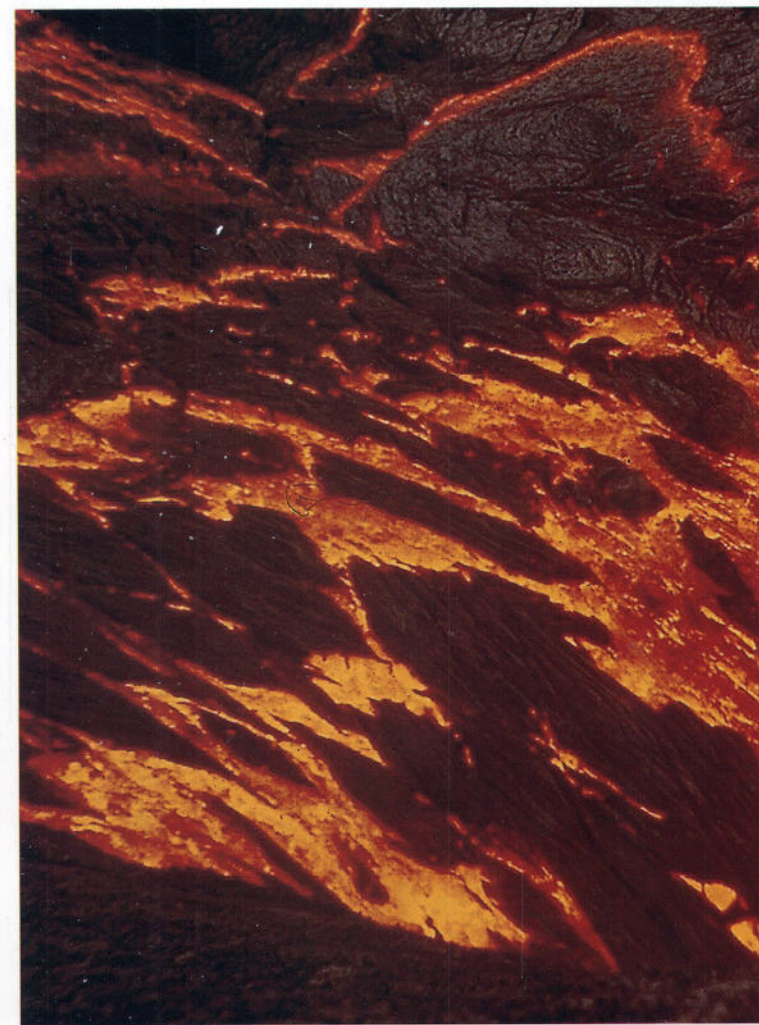
تنفجر البراكين المتقطعة خلال فترات منتظمة تقريباً. من هذه البراكين جبل أساما في اليابان وجبل

ثوران جبل سانت هيلين: يقع البركان المعروف بجبل سانت هيلين في الجزء الجنوبي الغربي من ولاية واشنطن في الولايات المتحدة الأمريكية، وقد بدأ بالثوران في ٢٧ آذار ١٩٨٠ بعد فترة طويلة من السكون. واستمر البركان في البقبة حتى أول ثوران كبير في ١٨ أيار ١٩٨٠. أطلق هذا الانفجار العنيف في الجو سحباً من الرماد والشتايا البركانية الأخرى وتسبب بمقتل ٥٧ شخصاً. بعد حدوث الثوران، انخفض ارتفاع الجبل من ٢٩٥٠ متراً إلى ٢٥٥٠ متراً.

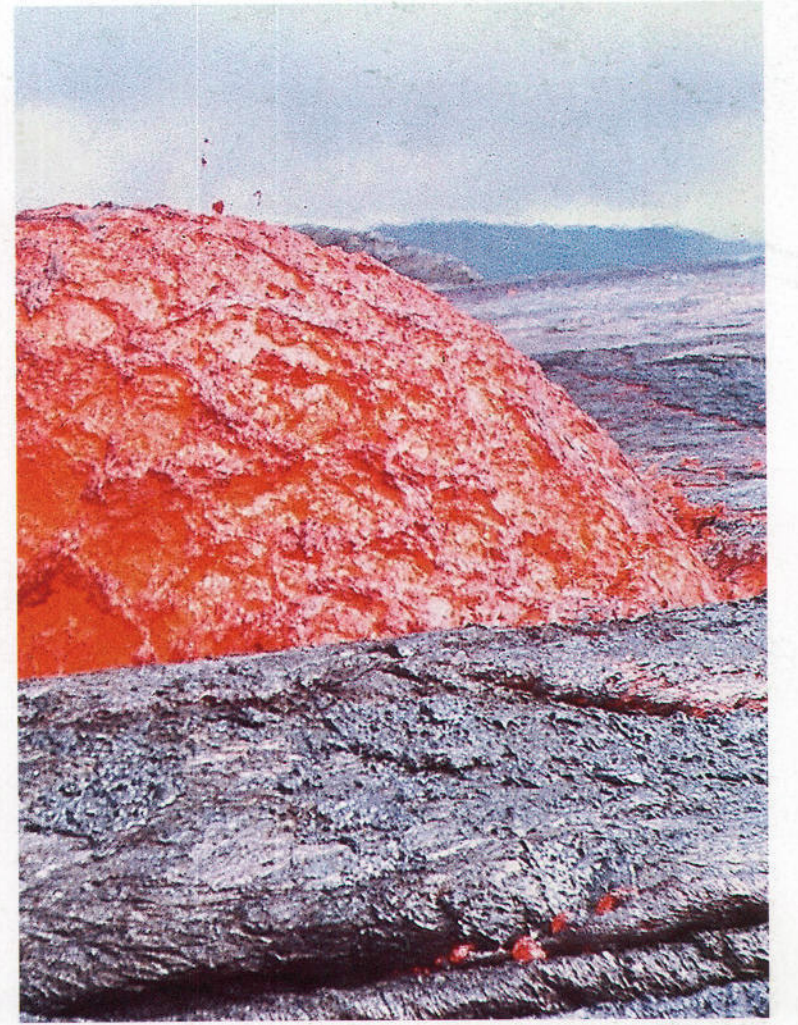




بركان كيلاويا في جزر هاواي. أثناء ثوران عام ١٩٥٩، انفتحت فوهة صغيرة على جانب بركان درعي كبير امتدت منحدراته في المحيط الأطلسي إلى عمق ٥٠٠٠ متر



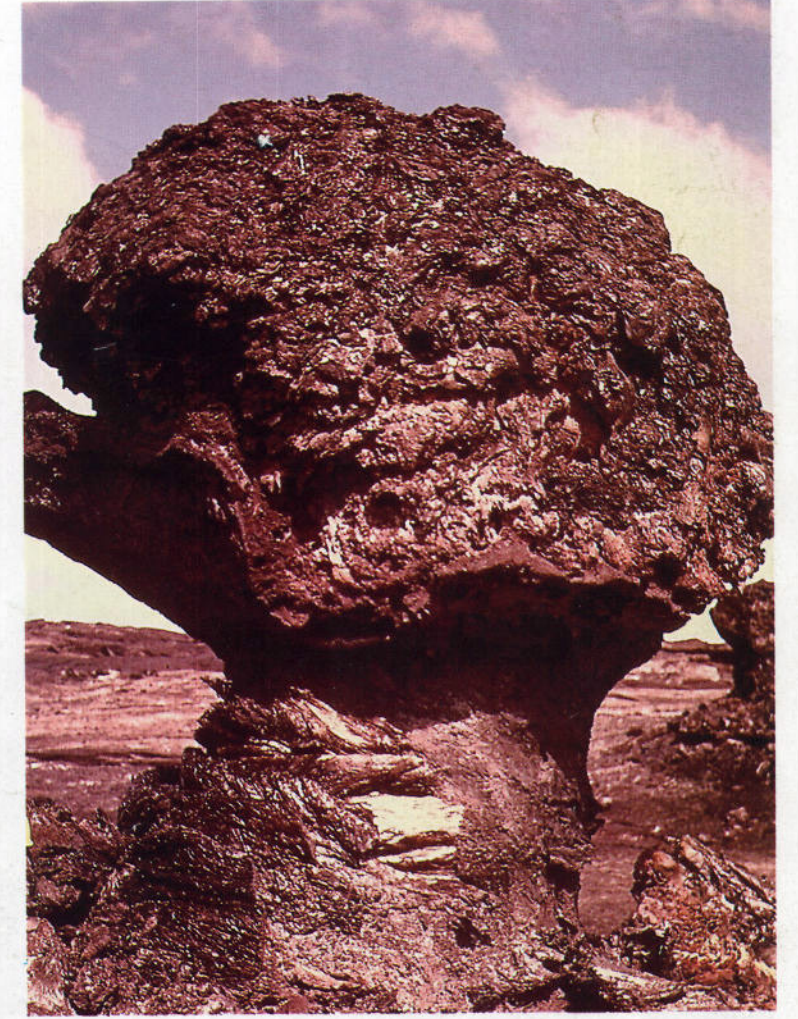
من البراكين المركبة



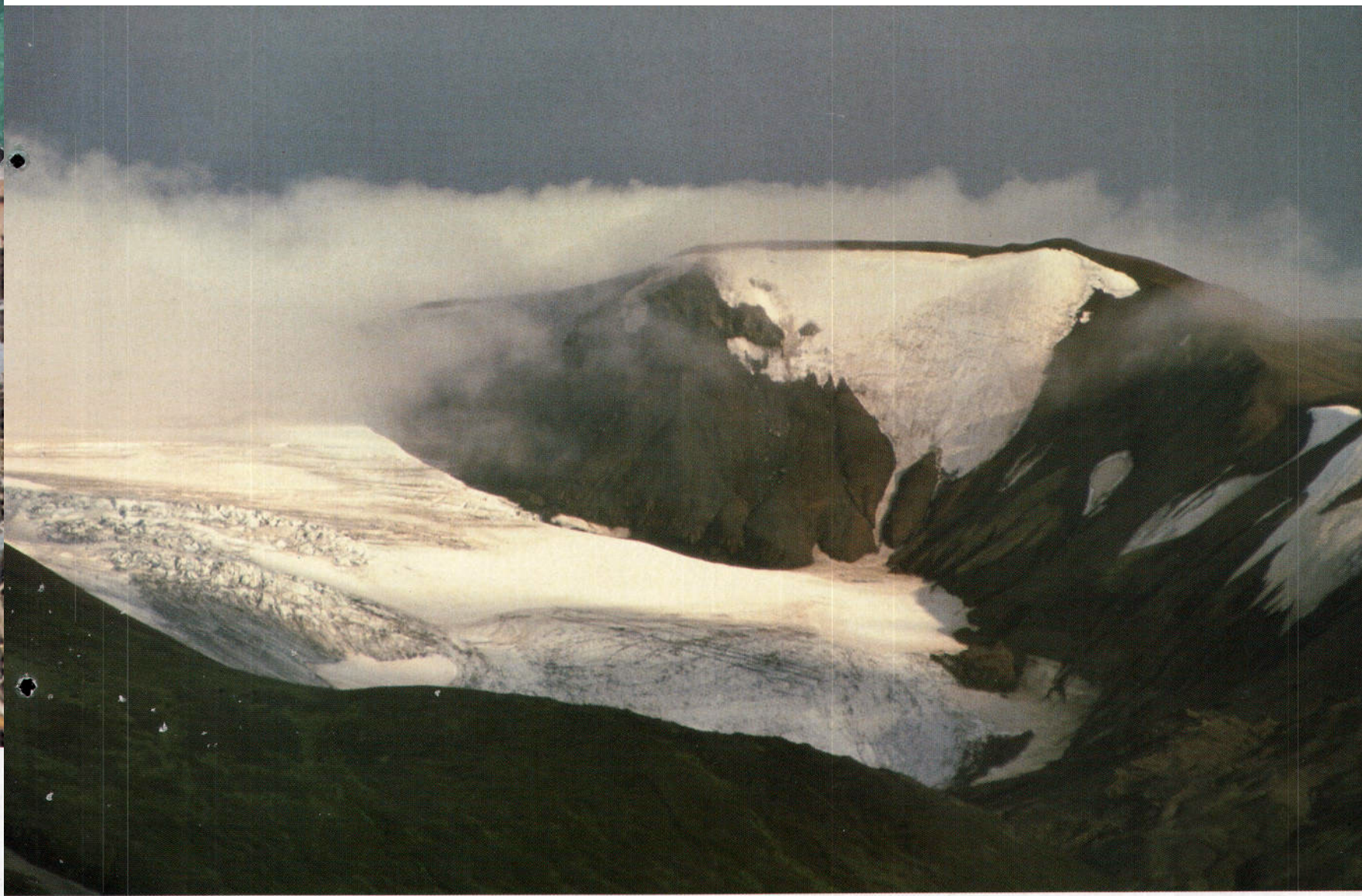
بركان درعي من النوع الهاواي



بركان مركب من النوع السترومبولي



صهارة مجمدة بشكل شجرة فوق فوهة بركان



الثلوج تغطّي بركان سورتسي في إيسلاندا

بعض براكين العالم الشهيرة

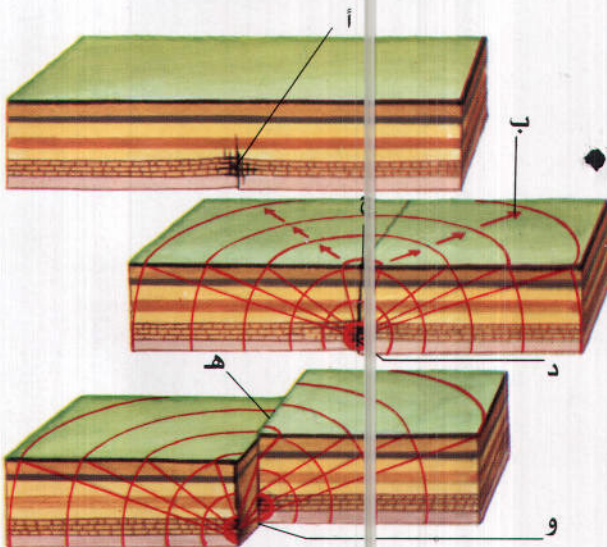
الاسم والموقع	الارتفاع (فوق مستوى البحر)	النوع	حقائق مثيرة للاهتمام
كوتوپاكسي Cotopaxi – الإكوادور	٥٨٩٧ م	مركب	ثار الكوتوپاكسي، وهو أعلى بركان ناشط في العالم، أكثر من ٥٠ مرة منذ أول انفجار مسجل له سنة ١٥٣٢.
إتنا Etna – صقلية، إيطاليا	٣٣٢٣ م	مركب	تم تسجيل أكثر من ٢٠٠ انفجار لبركان الاتنا، وهو أحد أكثر البراكين نشاطاً في أوروبا.
كيلاوا Kilauea – هاواي، الولايات المتحدة	١٢٤٣ م	درع	ارتفع ينبوع من الحمم خلال ثوران فجوة كيلاوا إيكي الأنثوية سنة ١٩٥٩، ٥٨٠ متراً في الجو، وهو رقم قياسي لانفجار بركاني في هاواي.
كراكاتاو Krakatau – أندونيسيا	٨١٣ م	مركب	سُمع دوي الانفجار الهائل الذي جرى سنة ١٨٨٣ على بعد ٤٧٠٠ كم، وتسببت أمواج هائلة تدعى التسونامي بهلاك ٣٦,٠٠٠ نسمة.
ماونا لوا Mauna Loa – هاواي، الولايات المتحدة	٤١٦٩ م	درع	يرتفع الماونا لوا، وهو أكبر بركان في العالم، أكثر من ٩٠٠٠ م فوق أرض المحيط، ويتجاوز حجمه ٤٠,٠٠٠ كم³.
جبل كاتماي Mount Katmai – ألاسكا، الولايات المتحدة	٢٠٤٧ م	مركب	سنة ١٩١٢، أدى تدفق هائل من الرماد خرج من فجوة نوفاوريتا الانثوية إلى تشكيل «وادي العشرة آلاف دخان».
جبل بيلي Mount Pelée – المارتينيك	١٣٩٧ م	مركب	تسبب ثورانه، سنة ١٩٠٢، بمقتل أكثر من ٣٠,٠٠٠ شخص وترמיד مدينة سان بيار في بضع دقائق.
جبل سانت هيلين Mount St. Helens – واشنطن، الولايات المتحدة	٢٥٥٠ م	مركب	أتت قوة الانفجار الذي حدث سنة ١٩٨٠ إلى اقتلاع ما يقارب ٤٠٠ متر من قمة البركان، وتدمير أكثر من ٦٠٠ كم² من الغابات المحيطة به.
باريكوتين Parícutin – المكسيك	٢٧٧٥ م	مخروط جبري	الباريكوتين هو أول بركان تَمّت مراقبته علمياً منذ المراحل الأولى لتشكّله، وقد بدأ كشقّ صغير في حقل مزارع سنة ١٩٤٣.
سترومبولي Stromboli – إيطاليا	٩٢٦ م	مركب	يثور السترومبولي، وهو بركان جزيرة، بلا توقف تقريباً، منذ ما يزيد عن ٢٠٠٠ سنة، قاذفاً شظايا الحمم المتوهجة بمعدل مرة كلّ بضع دقائق أو بضع ساعات.
سورتسي Surtsey – إيسلاندا	١٧٣ م	جزيرة مكوّنة من: مخروط جبري وسيل من الطفح	شكّلت الانفجارات البركانية التي حدثت تحت سطح الماء، جزيرة سورتسي التي ظهرت فوق سطح البحر سنة ١٩٦٣. تتجاوز مساحة سورتسي اليوم ٢,٨ كم².
تامبورا Tambora – أندونيسيا	٢٨٥١ م	مركب	أطلق بركان تامبورا خلال ثورانه سنة ١٨١٥، وهو أكبر ثوران في التاريخ الحديث، رماداً ومواداً بركانية أخرى أكثر بـ ٨٠ مرة مما أطلق جبل سانت هيلين سنة ١٩٨٠.
فيزوف Vesuvius – إيطاليا	١٢٧٧ م	مركب	دثر الانفجار الشهير الذي حدث سنة ٧٩ ميلادياً مدن بومبي وستابيا وهركيولانيوم.



خرائب جيبيّنا: تغطي هذه الصورة فكرة واضحة عن قوّة الزلازل المدمّرة. تعرّضت جيبيّنا، وهي بلدة في وادي بيليتشه في صقلية، لهزّة عنيفة في كانون الأول ١٩٦٨ دمرتها تدميراً كاملاً وأوقعت عدداً كبيراً من الضحايا.

مراحل الزلازل المتتالية

- (أ) نقطة التصدّع (د) المركز.
 (ب) الموجات الزلزالية. (هـ) خطّ الإنكسار (الصدع).
 (ج) مركز الزلازل السطحي. (و) إزاحة طرفي الصدع.



الزلازل

الزلازل هو اهتزاز الأرض نتيجة انشقاق وانزياح أجزاء كبيرة من قشرة الأرض الخارجيّة الصخرية. وتُعتبر الزلازل من أقوى الظواهر الطبيعيّة على سطح الأرض، ويمكن أن تسبّب نتائج مروّعة. فالزلازل القويّة قد يطلق كمّة من الطاقة تفوق بـ ١٠,٠٠٠ ضعف الطاقة التي أطلقتها أول قنبلة ذرّة. وقد يحدث أن تسبّب حركة الصخور أثناء الزلازل تغيير مجرى الأنهار. كما تُحدث الزلازل في بعض الأحوال انهيارات الصخّور والثرية تسبّب بأضرار فادحة وبخسائر في

ترتفع بالنسبة للجانب الآخر وتركب فوقه، أو أن تنزلق إلى الأمام متجاوزة الكتلة الأخرى.

كيف ينتشر الزلازل؟

عندما يحدث زلزال، يطلق انكسار الصخور العنيف كمّيّة من الطاقة تنتقل عبر طبقات الأرض على شكل اهتزازات تُعرف بالموجات الزلزاليّة. وتنتشر الموجات الزلزاليّة في جميع الاتجاهات انطلاقاً من بؤرة الزلزال. ومع ابتعادها عن البؤرة، تضعف الموجات تدريجياً. لهذا السبب، يخفّ عادة اهتزاز الأرض كلما ابتعدنا عن البؤرة.

هناك نوعان رئيسيّان من الموجات الزلزاليّة: الموجات الجوفيّة والموجات السطحيّة. الموجات الجوفيّة هي أسرع الموجات الزلزاليّة، وتنتشر عبر طبقات الأرض. أمّا الموجات السطحيّة الأكثر بطأً فتنتشر على سطح الأرض.

الموجات الجوفيّة: تسبّب بمعظم الأضرار الناجمة عن الزلزال. ونجد نوعين من الموجات الجوفيّة: الموجات التضاغطيّة وموجات القصّ أو الموجات المستعرضة. في مرورها عبر طبقات الأرض، تسبّب الموجات الجوفيّة باهتزاز الجسيمات الصخرية بطرق مختلفة. فالموجات التضاغطيّة تدفع الصخر وتشدّه؛ وتسبّب هذه الموجات بتقلّص وتمدّد المباني وغيرها من المنشآت. أمّا موجات القصّ أو الموجات المستعرضة، فتحرك الصخور من جنب إلى آخر وتسبّب باهتزاز المباني. وتستطيع الموجات التضاغطيّة الانتشار في الجوامد والسوائل والغازات في حين أنّ موجات القصّ لا تستطيع المرور إلّا عبر الجوامد.

الموجات الإنضغاطيّة هي أسرع الموجات الزلزاليّة، وهي التي تصل أولاً إلى الأماكن البعيدة. ولهذا السبب، فإن الموجات الإنضغاطيّة تُعرف أيضاً بالموجات الأولى، بينما تُعرف موجات القصّ التي تنتشر ببطء أكبر وتصل بالتالي بعدها، بالموجات الثانويّة.

وتنتشر الموجات الجوفيّة بسرعة أكبر في عمق الأرض ممّا تنتشر قرب السطح. فعلى الأعماق التي لا تتجاوز ٢٥ كيلومتراً، تنتشر الموجات التضاغطيّة بسرعة ٦,٨ كيلومترات بالثانية تقريباً، وتنتشر موجات القصّ بسرعة ٣,٨ كيلومترات بالثانية. وعلى عمق ١٠٠٠ كيلومتر، تنتشر الموجات بسرعة أكبر بمزّة ونصف.

الموجات السطحيّة: هي موجات بطيئة وطويلة توكّد عند الناس إحساساً بالتأرجح، ولا تسبّب بأيّ ضرر يُذكر في المباني والمنشآت. هناك نوعان من الموجات السطحيّة: موجات لوف وموجات رالي. تنتشر موجات لوف أفقيّاً عبر سطح الأرض وتحرك الأرض من جانب إلى آخر. وتسبّب موجات رالي بتموّج سطح الأرض مثل الأمواج على سطح البحر. وتنتشر موجات لوف النموذجيّة بسرعة ٤,٤ كيلومترات بالثانية تقريباً، فيما تنتشر موجات رالي، وهي أبطأً من الموجات الزلزاليّة على الإطلاق، بسرعة ٣,٧ كيلومترات بالثانية تقريباً. وقد سُمّيَ هذان النوعان من الموجات نسبة للفيزيائيّين البريطانيّين أغسطس إ. هـ. لوف Augustus E. Love و H. Love ولورد رالي Lord Rayleigh اللذين تبنّى رياضياً بوجود هذه الموجات في العامين ١٨٨٥ و ١٩١١، على التوالي.

الأضرار التي تسببها الزلازل:

كيف تسبّب الزلازل بالأضرار؟

تُلحق الزلازل الضرر بالمباني والجسور والسدود وغيرها من المنشآت، إضافة إلى الكثير من المعالم الطبيعيّة. في جوار الصدوع، ينتج الدمار عن إزاحة كتل كبيرة من قشرة الأرض، وهو ما يُعرف بالانزلاق الصدعيّ، وعن اهتزاز الأرض بفعل الموجات الزلزاليّة. أمّا بعيداً عن الصدع، فيُسبّب الإهتزاز بالقسم الأكبر من الضرر. وقد تسبّب الزلازل التحيريّة بمواج تسونامي هائلة تغمر المناطق الساحليّة. ومن الأخطار الأخرى الناجمة عن الزلازل، نذكر سقوط الصخور وهبوط الأرض وسقوط الأشجار أو أغصان الأشجار.

الإنزلاق الصدعيّ: عند وقوع الزلازل، لا تزيح الكتلة الصخرية على أحد جانبي الصدع إلّا بشكل ضئيل جداً في بعض الحالات، لكنها في حالات أخرى تزيح عدّة أمتار. وفي بعض الزلازل، لا يزيح سوى الصخر الموجود على عمق كبير في الأرض، ولا يحدث أيّ نوع من الحركة على سطح الأرض. وفي الزلازل القويّة جداً، قد

يحدث أن ترتفع الأرض فجأة ٦ أمتار أو أكثر. وقد يؤدي هذا الانزلاق إلى تدمير أي بناء قائم فوق الصدع ونزعه من مكانه بعنف. وقد يؤدي أيضاً انزياح الكتل الصخرية إلى قلقلة الصخور والأثرية على المنحدرات ويتسبب بحدوث انهيارات. وإضافة إلى ذلك، فإنّ الإنزلاق الصلوبي يدمر في بعض الحالات ضفاف الأنهار والبحيرات وغيرها من الأجسام المائية، ما يتسبب بحدوث فيضانات.

ويؤدي اهتزاز الأرض إلى تأرجح المنشآت على الجانبيين وارتدادها صعوداً ونزولاً وتخزّكها بطرق عنيفة أخرى. وقد تنزلق المباني عن أسسها أو تنهار أو تُدمر بفعل الاهتزاز.

وفي المناطق ذات التربة الطرية والرطبة، تحدث أحياناً عملية تجميع تزيد من الأضرار الناتجة عن الزلزال. ويحدث التجميع عندما يؤدي اهتزاز الأرض بشكل عنيف إلى تصريف الأثرية الرطبة مؤقتاً كسوائل وليس كجوامد. فكلّ ما يقوم على تربة مميعة قد يغوص في الأرض الطرية. كما تجري التربة المميعة أحياناً إلى الأراضي الخفيفة فتطمر كلّ ما يعترض سبيلها. **التسونامي:** عندما يحدث زلزال على قاع المحيط، تدفع مياه البحر المحيط بعنف هائل، ما يولد موجة كبيرة مدّرة أو أكثر تُعرف بالتسونامي أو بالأمواج الزلزالية. ويطلق البعض على التسونامي اسم الموجة المدّية، لكنّ العلماء يعتبرون أنّ هذه التسمية مضلّة إلى حدّ ما، إذ أنّ هذه الموجة لا تنتج عن حركة المدّ. أمّا اسمها الحقيقي فهو الأمواج البحرية الزلزالية أو التسونامي، اليابانية الأصل وتعني الموجة الرفائنية العظيمة. ويتجاوز ارتفاع التسونامي في بعض الحالات ٣٠ متراً عندما تصل إلى المياه الضحلة قرب الشاطئ. وفي عرض المحيط، تتقدّم التسونامي عموماً بسرعات تتراوح بين ٨٠٠ و ٩٧٠ كيلومتراً في الساعة. وتقطع هذه الأمواج مسافات كبيرة دون أن يقلّ حجمها بقدر يُذكر، ويمكنها غمر المناطق الساحلية على بعد آلاف الكيلومترات من مصدرها. **الأخطار التي تهدّد المنشآت:** تنهار المنشآت أثناء حدوث الزلازل عندما تكون ركيكة جداً أو صلبة جداً، فلا تستطيع مقاومة الاهتزازات العنيفة. وقد يحدث أيضاً أن تهتزّ المباني العالية بعنف، فتصطدم ببعضها البعض.

وتتشكّل الحرائق سبباً هاماً لحسارة الأرواح والممتلكات. وتشعل الحرائق عندما يحترق الزلزال أنابيب الغاز أو خطوط الكهرباء. ويُعتبر الزلزال الذي ضرب مدينة سان فرانسيسكو في ولاية كاليفورنيا في العام ١٩٠٦، واحدة من أسوأ الكوارث التي شهدتها الولايات المتحدة في تاريخها، وذلك بسبب الحرائق التي استعرت بعنف شديد على مدى ثلاثة أيام بعد الزلزال. ومن الأخطار الأخرى الناتجة عن الزلازل، نذكر تسرّب المواد الكيميائية السامة والأشياء المسافطة، مثل أغصان الأشجار الكبيرة والأجر (القرميد) والزجاج. وقد تُدمر أيضاً شبكة الجارير، وتتشرب المياه القدرة إلى مخزون المياه النظيفة. وقد يؤدي شرب هذا الماء الملوّث إلى الإصابة بالهَيْضَة (الكوليرا) والتيفية والزّحار (الديزنتاريا) وأمراض خطيرة أخرى.

ويعيق انقطاع التيار والاتصالات والمواصلات والنقل بعد الزلزال وصول سيارات الإيعاف وفرق الإنقاذ ويعرقل عملها. كما أنّ الشركات والمصالح الحكومية قد تفقد سجلاتها ومعدّاتها، ما يعطى العودة إلى الوضع الطبيعي بعد وقوع الكارثة.

الحذ من الأضرار الناتجة عن الزلازل: في المناطق المعرضة للزلازل، يجب اختيار المكان المناسب لبناء،

ومعرفة الطريقة الصحيحة للبناء من أجل خفض الإصابات والخسائر في الأرواح والممتلكات عند حدوث الزلزال. ويجدر بالناس أيضاً معرفة الطريقة الصحيحة في التصرف أثناء الزلزال، ما يساعد على تجنّب الإصابات والوفيات.

أين يجب أن نبي؟

يحاول علماء الأرض تحديد المناطق المعرضة أكثر من غيرها للإصابة بأضرار فادحة في حال وقوع زلزال. ويضع العلماء خرائط تبينّ مناطق الصدوع والرفّات (السهول المعرضة للإنغمار بمياه الفيضان)، والمناطق المعرضة للإنهيارات أو لتميع التربة، والأماكن التي ضربتها الزلازل في الماضي. واستناداً إلى هذه الخرائط، يضع المهندسون والعلماء المسؤولون عن التخطيط لاستعمال الأرض، تقديرات مناطقية يمكن أن تساعد على الحؤول دون بناء منشآت غير آمنة في المناطق المعرضة للزلازل.

كيف نبي؟

طوّر المهندسون طرقاً عدّة لبناء منشآت مقاومة للزلازل. وتتراوح تقنياتهم من البسيطة جداً إلى المعقّدة. ففي الأبنية الصغيرة والمتوسطة الحجم، تشمل تقنيات التدعيم البسيطة تثبيت الأبنية بأساساتها بواسطة المسامير المولدة وبناء جدران داعمة تُعرف بالجدران المستعرضة (جدران القصّ). وتساهم هذه الجدران المبنية من الإسمنت المسلّح (إسمنت تمتدّ في داخله قضبان من الفولاذ) في تقوية البنية، وتساعد على مقاومة قوى التآرجح. وتشكّل الجدران المستعرضة في وسط المبنى، وغالباً حول بيت المصعد أو بيت السلم، ما يُعرف بقلب القصّ. ويمكن أيضاً تدعيم الجدران بعوارض (ح: عارضة) فولاذية مائلة في تقنيّة تُعرف بالتكثيف المتصالب.

ويحمي أيضاً المهندسون الأبنية المتوسطة الحجم بأجهزة تمتصّ الصدمات بين المبنى وأساسه. تُعرف هذه الأجهزة بعوارض الأساس، وتكون عادة محامل مؤلّفة من طبقات متناوبة من الفولاذ وحيدى المواد المرنة، مثل المطّاط التركيبي. وتمتصّ عوارض الأساس بعضاً من الحركة الجانبية التي تتسبب، لولا ذلك، بأضرار فادحة في الأبنية.

وتحتاج ناطحات السحاب إلى طريقة خاصّة في البناء لتصبح مقاومة للزلازل. فهي تحتاج إلى أن تثبت عميقاً في الأرض وبشكل محكم. كما تحتاج إلى هيكل مدعّم بوصلات أقوى من تلك التي تُستعمل في ناطحات السحاب العادية. ويجعل هذا الهيكل ناطحة السحاب قوية جداً وأيضاً مرنة بشكل كاف لتتحمل قوّة الزلزال.

وفي البيوت والمدارس وأماكن العمل المقاومة للزلازل، تثبت الأدوات والأجهزة الثقيلة والمفروشات وغيرها من البنى للحؤول دون انقلابها وسقوطها عندما يهتزّ المبنى. ويجب تدعيم أنابيب الغاز والماء بوصلات لدنة للحؤول دون انكسارها.

وتلعب احتياطات الأمان دوراً أساسياً أثناء حدوث الزلزال. ويستطيع الناس حماية أنفسهم بالوقوف في فتحة الباب أو النزول تحت طاولة أو كرسي حتى يتوقّف الاهتزاز. ويجب ألا يخرجوا إلى الهواء الطلق حتى يتوقّف اهتزاز الأرض تماماً. ويجب أن يأخذ الناس جانب الحيطه والحذر حتى بعد توقّف الاهتزاز؛ فقد يتبع الزلزال القويّ الكثير من الهزّات الصغيرة التي تُعرف بالهزّات أو الصدمات التلوّية. ويجب أن يبقى الناس بعيداً عن الجدران والنوافذ والمباني المتضرّرة، التي قد تنهار عند حدوث الهزّات التلوّية.

أمّا بالنسبة للأشخاص الذين يكونون في الهواء الطلق عند وقوع الزلزال، فيجب أن يتعدّوا بسرعة عن الأشجار العالية والمنحدرات القويّة والمباني وخطوط الكهرباء. وإذا كانوا قرب جسم مائيّ كبير، يجب أن يتوجّهوا إلى أرض مرتفعة.

أين تحدث الزلازل ولماذا؟

طوّر العلماء نظرية - تُعرف بتكتونية الصفائح - تفسّر سبب حدوث معظم الزلازل. وتقول هذه النظرية إنّ قشرة الأرض الخارجية مؤلّفة من نحو ١٠ صفائح صلبة كبيرة و ٢٠٠ صفيحة صغيرة. وتتكوّن كلّ صفيحة من قطعة من قشرة الأرض وجزء من الغلاف (الطبقة السميكة من الصخر الساخن الممتدّة تحت القشرة). ويطلق العلماء على هذه الطبقة من القشرة والغلاف العلوي اسم ليتوسفير أو اليابسة. وتتحرك الصفائح على نحو بطيء ومتواصل فوق منطقة الوهن، وهي طبقة من الصخر الطريّ والحارّ موجودة في الغلاف. وفي انزياحها، تصطدم الصفائح ببعضها، أو

تبتعد عن بعضها، أو تنزلق بمحاذاة بعضها. وتُجهد حركة الصفائح الصخر عند حدود الصفائح وفي جوارها، وتخلق مناطق من الصدوع حول هذه الحدود. ويصبح الصخر على طول أجزاء معينة من بعض الصدوع محجوزاً في مكانه وغير قادر على الانزلاق مع الصفيحة المتحرّكة. وبتزايد الإجهاد في الصخر على جانبي الصدع، ما يؤدي إلى انشقاق الصخر وانزياحه من مكانه في الزلزال.

هناك ثلاثة أنواع من الصدوع: الصدوع العادية، الصدوع العكسية، والصدوع المتّجهة الإنزلاق. في الصدوع العادية والعكسية، ينحدر الكسر في الصخر وفق زاوية معينة ويتحرك الصخر صعوداً أو نزولاً على طول الكسر. وفي الصدوع العادية، تنزلق الكتلة الصخرية الواقعة في الجهة العليا من الكسر المنحدر إلى الأسفل. أمّا في الصدوع العكسية، فتتعرّض الصخور على جانبي الصدع لاضغطا شديد؛ ويجبر الإضغطا الكتلة العليا على الإرتفاع والكتلة السفلى على النزول. وفي الصدوع المتّجهة الإنزلاق، ينزل الكسر بشكل مستقيم في الصخر، وتنزلق الكتلتان الصخريتان على طول الصدع، متجاوزة الواحدة الأخرى أفقيّاً.

ويحدث معظم الزلازل في مناطق الصدوع عند حاقّات الصفائح. وتُعرف هذه الزلازل بالزلازل البينصفيحية. ويقع بعض الزلازل في الجزء الداخلي من الصفيحة (بعيداً عن الحاقّة) وتُعرف بالزلازل الضئصفيحية.

الزلازل البينصفيحية: تحدث هذه الزلازل على طول الأنواع الثلاثة من الحدود الصفيحية: أحيايد وسط المحيط المنفرجة، مناطق الإنغراز والصدوع المتغيرة أو المتحوّلة.

إنّ أحيايد وسط المحيط المنفرجة (سلسلة من المرتفعات الممتدّة وسط المحيط) هي أماكن في الأحواض المحيطيّة العميقة حيث تبتعد الصفائح الواحدة عن الأخرى. ومع انفصال الصفائح وابتعادها عن بعضها البعض، ترتفع الصّهارة الحارة من غلاف الأرض وتسدّ الفرجة بينها. ثمّ تبتدّد الحمم تدريجياً وتقبض وتتشقّق مشكلة صدوعاً في قاع المحيط. وتكون هذه الصدوع في معظمها صدوعاً عادية. وعلى طول الصدوع المحيطيّة، تنكسر كتل من الصخور وتتحدر بعيداً عن الحيد فتتسبب بحدوث الزلازل.

وتكون الصفائح رقيقة وواهنة بالقرب من الأحيايد المنفرجة. ويبقى الصخر، الذي لم يبتد بعد تماماً، لدينا إلى حدّ ما وقابلاً للثني. لذلك فإنّ الإجهاد لا يتراكم أو

يكبر في هذه الأماكن، ما يجعل معظم الزلازل قرب الأحيايد المنفرجة قليلة العمق وخفيفة أو متوسطة القوّة. ومناطق الإنغراز هي الأماكن التي تصطدم فيها صفيحتان الواحدة بالأخرى، وتنزل حافة إحداهما تحت حافة الأخرى في عملية تُعرف بالإنغراز. ونظراً للإضطعاظ الحاصل في هذه المناطق، فإن الكثير من الصدوع التي تحدث فيها هي صدوع عكسية.

ويحدث حوالي ٨٠٪ من الزلازل الكبيرة في مناطق الإنغراز المحيطة بالمحيط الهادىء. وفي هذه المناطق، تغوص الصفائح التي تحمل قاع المحيط الهادىء تحت الصفائح التي تحمل القارّات. ويولد انسحاق الصفائح المحيطيّة الباردة والقصّفة تحت الصفائح القارّية إجهاداً هائلاً يُطلق في أكبر الزلازل التي تحدث على الأرض.

وتحدث أعظم زلازل العالم في مناطق الإنغراز على أعماق قد تصل إلى ٧٠٠ كيلومتر تقريباً. وتحت هذا العمق، يكون الصخر ساخناً وطريّاً جداً، ما يحول دون انشقاقه فجأة وتسببه بالزلازل.

أمّا الصدوع المتغيرة أو المتحوّلة فهي الأماكن التي تنزلق فيها الصفائح متجاوزة بعضها البعض أفقيّاً. وتظهر في هذه الأماكن الصدوع المتّجهة الإنزلاق. وقد تحدث على طول الصدوع المتغيرة زلازل قوية، لكنها تظلّ دائماً أخفّ وأقلّ عمقاً من الزلازل في مناطق الإنغراز.

ويُعتبر صدع سان أندرياس أحد أشهر الصدوع المتغيرة في العالم. وينتج الإنزلاق في هذه المنطقة عن تجاوز صفيحة المحيط الهادىء لصفيحة أميركا الشمالية.

ويتسبب صدع سان أندرياس والصدوع المتّصلة به بمعظم الزلازل التي تضرب ولاية كاليفورنيا. **النتنّ بالزلازل:** يستطيع العلماء النتنّ على المدى البعيد، وبشكل صحيح إلى حدّ بعيد، بأماكن حدوث الزلازل. فهم يعلمون، مثلاً، أنّ حوالي ٨٠٪ من الزلازل الكبيرة التي تحدث في العالم تقع على طول الحزام الذي يحيط بالمحيط الهادىء، ويُعرف هذا الحزام أحياناً بدائرة النار نظراً لبراكين التي تنتشر على طولها، والزلازل والأنشطة الجيولوجية الأخرى التي تحدث حوله.

ويسعى العلماء اليوم للنتنّ بشكل صحيح بزمان حدوث الزلازل. ويراقب الجيولوجيون بدقة بعض مناطق الصدوع حيث يُتوقّع حدوث الزلازل. ويستطيعون أحياناً كشف هزّات صغيرة وميل الصخور وغيرهما من الظواهر التي قد تنذر بحدوث زلزال كبير في المستقبل القريب.

إستكشاف باطن الأرض: إنّ معظم ما نعرفه حول البنية الداخلية للأرض قد جاء من دراسة الموجات الزلزالية. وقد أظهرت الدراسات أنّ كثافة الصخور تزداد من سطح الأرض إلى مركزها. وساعدت معرفة كثافات الصخور داخل الأرض على تحديد التركيب المحتمل لباطن الأرض.

ووجد العلماء أنّ سرعات الموجات الزلزالية وأجّاهاتها تتغير بشكل مفاجيء في أعماق معينة. وقد استنتج الجيولوجيون، استناداً إلى الدراسات في هذا المجال، أنّ الأرض مكونة من طبقات ذات كثافات ومكوّنات مختلفة. وتتألّف هذه الطبقات من القشرة (أو الأديم) والغلاف والنواة الخارجية والنواة الداخلية. لا تنتشر موجات القصّ عبر النواة الخارجية؛ ولأنّ موجات القصّ غير قادرة على الانتشار في السوائل، يعتقد العلماء أنّ النواة الخارجية سائلة. ويعتقدون أنّ النواة الداخلية صلبة نظراً لحركة الموجات التضاغطيّة عندما تبلغ النواة الداخلية.



التسونامي

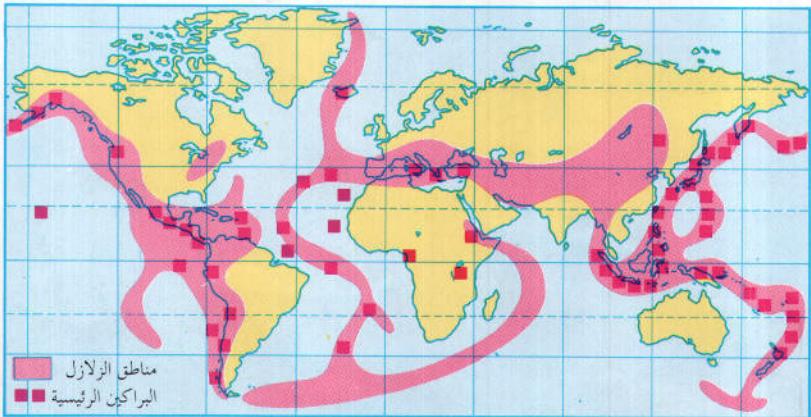
التسونامي موجة بحريّة هائلة يتسبّب بها ثوران بركان تحت سطح البحر أو زلزال يحدث في قاع المحيط. تنتشر موجة التسونامي بشكل دائريّ انطلاقاً من موقع الحدث، وذلك على مسافات كبيرة جداً. يمكن أن تتجاوز سرعة هذا النوع من الأمواج ٨٠٠ كم/ساعة. في المياه العميقة، لا يتجاوز ارتفاع التسونامي المتر الواحد. لكنها عندما تبلغ المياه القليلة العمق بالقرب من الشواطىء، يرجع ماء الموجة الى الوراء، ويشكّل جداراً عالياً يتكسر بعد ذلك على الشاطئ مدقراً كلّ ما يعترض سبيله.

عبر التاريخ، تسبّبت التسونامي بآلاف الوفيات، وخصوصاً في مناطق المحيط الهادىء الساحلية. مثلاً على ذلك، بقوّة ٧,٦ ريختر، ضربت موجة تسونامي ساحل بايوا-غينيا الجديدة في ١٧ تموز سنة ١٩٩٨ وأحدثت دماراً هائلاً في ثلاث قرى ودمّرت جميع المساكن والأشجار على مسافة ٣٠ كيلومتراً داخل القرى. وكان حصيلة الدمار أكثر من ٨٠٠٠ قتيل وعدد كبير من الإصابات من السكان.

مناطق الزلازل والبراكين في العالم

مثلاً يمكن استنتاجه من الخريطة، هناك ارتباط واضح بين مناطق العالم التي تضربها الزلازل عادة والمناطق التي تقع فيها البراكين. إن هذه المناطق حديثة التكوين جيولوجياً، وهي، تالياً، غير مستقرة. تشمل هذه المناطق سلاسل الجبال الحديثة الكبرى (سلسلة الألب - الهيمالايا، والسلسلة المحيطية بالهادىء) وسلاسل جبال وسط المحيط.

توزيع مناطق النشاط البركاني والزلزاليّ المعروفة بدائرة النار





صدع سان أندرياس

تشقق الصخور على شاطئ جازوس في كاليفورنيا نتيجة تصادم الصفائح التكتونية



صدع سان أندرياس



صدع سان أندرياس هو منطقة جيولوجية صدعية تقع في ولاية كاليفورنيا الأمريكية، وتمتد باتجاه الشمال الغربي على طول ١٠٠٠ كيلومتر، من الإمبريال فالي في جنوب كاليفورنيا إلى رأس أرينا على الشاطئ الشمالي وإلى داخل البحر. وتشكل هذه المنطقة الحدود بين صفيحة أميركا الشمالية وصفيحة المحيط الهادىء. تحدث زلازل على طول هذه الحدود بسبب وجود عوائق أمام الحركة المنتظمة والمطرقة للصفيحتين التكتونيتين عند انزلاقهما الواحدة بمحاذاة الأخرى.

بعض الزلازل الكبيرة

سنة	موقع	قوة
١٦٩٣	صقلية و نابولي في إيطاليا	١٠٠,٠٠٠ قتل
١٧٠٣	جندو في اليابان	٢٠٠,٠٠٠ قتل
١٧٢٧	تبريز في إيران	٧٧,٠٠٠ قتل
١٧٣٠	هوكايدو في اليابان	١٣٧,٠٠٠ قتل
١٧٣١	بايجينج (بيكين) في الصين	١٠٠,٠٠٠ قتل
١٧٣٧	كالكونا في الهند	٣٠٠,٠٠٠ قتل
١٧٥٥	ليشبونة في البرتغال وإسبانيا والمغرب	٦٢,٠٠٠ قتل
١٧٨٠	تبريز في إيران	١٠٠,٠٠٠ قتل
١٧٨٣	كالابريا في إيطاليا	٥٠,٠٠٠ قتل
١٨١١ - ١٨١٢	نيو مدريد في ولاية ميسوري الأميركية	٣ زلازل؛ عدد قليل من القتلى؛ تقدر قوة هذه الزلازل بين ٨,٤ و ٨,٧
١٨٢٨	جزيرة هونشو في اليابان	٣٠,٠٠٠ قتل
١٨٣٦	شمال اليابان	٢٨,٣٠٠ قتل؛ قوة الزلازل ٧,٦
١٨٤٧	اليابان	٣٤,٠٠٠ قتل
١٨٥٧	مونتيجون وباميدل في ولاية كاليفورنيا الأميركية؛ عدد غير معروف من القتلى؛ القوة المقدرة للزلازل ٨,٣	
١٨٦٨	الإكوادور	٧٠,٠٠٠ قتل
١٨٨٣	جافا	١٠٠,٠٠٠ قتل
١٩٠٥	الهند	١٩,٠٠٠ قتل؛ قوة الزلازل ٨,٦
١٩٠٦	سان فرانسيسكو في ولاية كاليفورنيا الأميركية	٧٠٠ قتل؛ قوة الزلازل ٨,٣
١٩٠٦	فالباريزو في التشيلي	١٥٠٠ قتل؛ قوة الزلازل ٨,٦
١٩٠٨	كالابريا في إيطاليا؛ ميسينا في صقلية	٧٥,٠٠٠ قتل؛ قوة الزلازل ٧,٥
١٩١٥	أروتسي في إيطاليا	٣٢,٦٠٠ قتل؛ قوة الزلازل ٧,٥
١٩٢٠	مقاطعة كانسو في الصين	٢٠٠,٠٠٠ قتل؛ قوة الزلازل ٨,٥
١٩٢٣	طوكيو؛ يوكوهاما في اليابان	١٤٠,٠٠٠ قتل؛ قوة الزلازل ٨,٣
١٩٣٢	مقاطعة كانسو في الصين	٧٠,٠٠٠ قتل؛ قوة الزلازل ٧,٦
١٩٣٥	الهند	٢٥,٠٠٠ قتل؛ قوة الزلازل ٧,٥
١٩٣٩	إرزينكان في تركيا	٣٢,٠٠٠ قتل؛ قوة الزلازل ٨,٥
١٩٣٩	كونسيبيون في التشيلي	٣٠,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٨,٣
١٩٤٨	أشكبادا في توركمينستان	١٩,٨٠٠ قتل؛ بقوة ٧,٣
١٩٦٠	أجادير في المغرب	١٢,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٥,٩
١٩٦٠	بويرتو مونت وفالديفيا في التشيلي	٦,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٨,٥
١٩٦٢	شمال غرب إيران	١٢,٠٠٠ قتل
١٩٦٤	برنس وليام ساوند من ولاية ألaska الأميركية	١٣٠ قتل؛ بقوة ٨,٥
١٩٧٠	شمال البيرو	٦٦,٨٠٠ قتل؛ بقوة ٧,٧٥
١٩٧١	وادي سان فرناندو في كاليفورنيا	٦٠ قتيلا؛ بقوة ٦,٤
١٩٧٢	نيكاراجوا	١٠,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٦,٢
١٩٧٦	جواتيمالا	٢٣,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٧,٥
١٩٧٦	نانجشان في الصين	٢٤٠,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٧,٨
١٩٧٧	بوخارست في رومانيا	١٥٠٠ قتل؛ بقوة ٧,٢
١٩٨٠	الأصنام في الجزائر	٢٦٠ قتل؛ بقوة ٧,٧
١٩٨٠	جنوب إيطاليا	٤٨٠٠ قتل؛ بقوة ٧,٢
١٩٨٣	شرق تركيا	١٤٠٠ قتل؛ بقوة ٧,١
١٩٨٥	المكسيك	١٠,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٨,١
١٩٨٦	سان سلفادور في السلفادور	١٠٠٠ قتل؛ بقوة ٥,٤
١٩٨٨	أرمينيا	٢٥,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٦,٩
١٩٨٩	سان فرانسيسكو وأوكالاند في ولاية كاليفورنيا	٧٠ قتيلا؛ بقوة ٧,١
١٩٩٠	شمال غرب إيران	٤٠,٠٠٠ قتل؛ بقوة ٧,٧
١٩٩٠	شمال الفلبين	١٦٠٠ قتل؛ بقوة ٧,٧
١٩٩١	أفغانستان؛ باكستان	١٢٠٠ قتل؛ بقوة ٦,٨
١٩٩٢	إرزينكان في تركيا؛ زلزالان	٤٠٠٠ قتل؛ بقوة ٦,٠ و ٦,٢



منارة نقطة أرينا

شاطئ منحوت في محمية نقطة ريز الوطنية



الصدع

الصدع هو خط انكسار تتحرك على طولهِ كتلة من الصخر أو قطعة من قشرة الأرض بالنسبة إلى الكتلة الأخرى. وقد تحدث الحركة المسؤولة عن تغيير موضع الكتلة الصخرية في اتجاه عمودي أو أفقي أو عمودي أفقي. في الكتل الجبلية التي ارتفعت بفعل حركة الصدوع، مثل سلسلة وسانتش في يوتا، يمكن أن تصل مسافة الإزاحة الإجمالية إلى آلاف الأمتار؛ وهي تمثل التأثير التراكمي الطويل الأمد الناتج عن حركة ضئيلة وبطيئة بدلاً من ارتفاع واحد هائل. ولكن عندما تكون الحركة على طول الصدع مفاجئة وعنيفة، فإنها تتسبب أحياناً بزلزال قوي، وقد تتوصل إلى شق سطح الأرض، مشكلةً بذلك معلماً طوبوغرافياً يُعرف بمنحدر الصدع أو مجرف الصدع.

على مدى ملايين السنين، أزاحت الحركة الأفقية، على طول صدع سان أندرياس، جزءاً من السلاسل الجبلية الساحلية في كاليفورنيا على مسافة كبيرة في اتجاه الشمال الغربي. وقد أدى ذلك إلى حدوث زلازل عنيفة، مثل الزلزال الذي ضرب سان فرانسيسكو في ولاية كاليفورنيا في العام ١٩٠٦. وتتحرك الصدوع الكبيرة، مثل صدع سان أندرياس في ولاية كاليفورنيا، التي تشكل الحدود بين صفائح مختلفة من قشرة الأرض بفعل القوى التي تتسبب بالزحزحة القارية. وقد تتحرك القشرة على طول الصدوع المحلية الأصغر حجماً بفعل إجهاد الشد، كما في حالة الصدوع التي تحدّد سلاسل جبال الحوض الكبير في ولايتي يوتا ونيفادا الأميركيتين، أو بفعل الإنضغاط، مثل الصدوع التي تكوّن الطبقات الرسوبية على طول الجهة الشرقية لجبال روكي (الجبال الصخرية) في ولايتي وايومينج ومونتانا في الولايات المتحدة.

أنواع الصدوع

هناك فئتان كبيرتان من الصدوع: صدوع تشهد حركة صعود ونزول بالنسبة لمستوى الصدع (الميلية الإنزلاق)، وصدوع تشهد حركة موازية لمستوى الصدع (المتجهية الإنزلاق). وتقسّم الصدوع الميلية الإنزلاق إلى صدوع عادية وصدوع عكسية. ويتحدّد الاختلاف بين هذه الصدوع وفقاً للحركات النسبية. في الصدع الميلي الإنزلاق، يكون مستوى الصدع عادة غير عمودي، لذلك فإن إحدى الكتلتين تستقرّ فوق الأخرى. وتُعرف الكتلة العلوية بالجدار المعلق، فيما تُعرف الكتلة السفلية بالجدار السفلي. وإذا نزل الجدار المعلق نسبة إلى الجدار السفلي، يكون الصدع عادياً؛ وإذا ارتفع الجدار المعلق، يكون الصدع عكسياً. تنتج الصدوع العادية عن قوى الشدّ (إبعاد،

فيما تنتج الصدوع العكسية عن القوى التضاضعية (تقريب).

وتنشأ الصدوع عن القوى التي تكوّن الأنظمة الجبلية. ويفوق عدّد الصدوع العكسية الكبيرة والصدوع المتجهية الإنزلاق الكبيرة عدّد الصدوع العادية الكبيرة، نظراً إلى أنّ سلاسل الجبال تتكوّن بفعل القوى التضاضعية. ويمكن للصدوع العادية أن تتشكّل في وقت لاحق، بعد المرحلة التضاضعية من تكوّن الجبال، كما حدث مثلاً في منطقة الحوض الكبير في غرب الولايات المتحدة. وتحدث الصدوع العادية أيضاً في داخلية القارّات وفي المناطق الساحلية، مثل ساحل الخليج في أميركا الشمالية حيث تحدث حركة صدعية استجابة لقوى الجذب المسبّبة على الرسابات المترامية.

ومع الوقت، يمكن لعوامل الحثّ والتجوية أن تسوّي صخور الجدار المعلق والجدار السفلي، وتزيل أيّ أثر لكسر على السطح. ولكن إذا كانت حركة الصدع حديثة أو قوية بما فيه الكفاية، فقد تترك شقّاً ظاهراً أو تخلّف منحدرّاً شبيهاً بالحرف.

الموجات الزلزالية

الموجات الزلزالية اهتزازات ناتجة عن حركة الصخور في القشرة الأرضية. أثناء حدوث الزلازل، تنتشر الموجات الزلزالية من مركز الزلزال إلى سطح الأرض. وتتحدّد سرعة حركة الموجات وفقاً لطبيعة ونوع الصخر الذي تمرّ فيه، لكنّها تتراوح عادة بين ١ و ١٠ كم/ثانية. يتميز بعض الموجات بتردد مرتفع، ما يسمح بسماعها بوضوح؛ ولا يحدث بعضها الآخر إلا بعد عدّة ثوانٍ أو عدّة دقائق، نظراً لترددها المنخفض.

تنتج الزلازل نوعين رئيسيين من الموجات: موجات الضغط والموجات المستعرضة. يخرق نوعاً من الموجات الزلزالية الأرض انطلاقاً من مركز الزلزال، لكن موجات الضغط هي الوحيدة التي تعبر الجزء المعروف بالنواة الخارجية، والمكوّن من مادة مصهورة.

تنتقل موجات الضغط بسرعة أكبر من الموجات المستعرضة، وتصل قبلها إلى سطح الأرض. لذا، تُعرف هذه الموجات بالموجات الأولية ويطلق على الموجات المستعرضة الأكثر بطئاً اسم الموجات الثانوية. ويحدث أن تكون أول إشارة إلى حدوث زلزال صغير سماع صوت كنين عديم الصدى يعلن وصول الموجات الأولية. من ثم، تصل الموجات الثانوية إلى السطح محدثةً اهتزازاً أقوى وأعنف.

قوّة الزلزال

قوّة الزلزال هي قياس كمية الطاقة المطلقة عند

حدوث الزلزال. ونحصل على مقدار قوّة الزلزال بالإستناد إلى سعة ذبذبة الموجات الزلزالية التي تسجلها المراجع (أو مراسم الزلازل) والمسافة التي تفصل مرصد الزلازل عن مركز الزلزال.

تُعرف عادة الزلازل التي لا تتجاوز قوتها ٢ (درجتين) بالزلازل الصغيرة، وهي غالباً ما تكون أخفّ من أن يحسّ بها أحد. أمّا الزلازل التي تصل قوتها إلى ٥ درجات تقريباً فتسجلها المراجع في جميع أنحاء العالم، ويمكن للزلازل التي تعادل قوتها أو تتجاوز ٦ درجات أن تتسبّب بأضرار ملموسة. تسجّل الزلازل الكبيرة قوّة بدرجة ٨ على الأقل، وتحدث هذه الزلازل بمعدّل زلزال كبير واحد في السنة.

المركز

نقطة في باطن الأرض واقعة عند مصدر الزلزال، حيث تطلق الطاقة.

مقياس ريختر

وضع شارلز ريختر هذا المقياس لقياس قوّة الزلازل في العام ١٩٣٥. وقد قدّر ريختر هذه القوّة بالإستناد إلى سعة ذبذبات الموجات الزلزالية التي تسجلها أدوات بالغة الدقّة (المرجفة أو مرسمّة الزلازل)، ووفقاً للطاقة المطلقة عند مركز الزلزال. مقياس ريختر مقياس أسي أو لوغاريتمي، أي إن كل درجة في المقياس تمثّل قوّة أكبر ب ١٠ أضعاف من الدرجة التي تسبقها. فقوّة ٧، مثلاً، تشير إلى أنّ ساعات الذبذبات المسجّلة هي أكبر ب ١٠ أضعاف من القوّة ٦ وب ١٠٠ ضعف من القوّة ٥.

ولقياس الزلازل الكبيرة، يستعمل الزلازلتيون (العلماء المتخصصون بدراسة الزلازل) اليوم نظاماً آخر، هو مقياس درجة العزم (أو مقياس مقدار العزم). وترتكز درجة العزم على معطيات مسجّلة بأجهزة أكثر حساسية من الأجهزة التي كانت متوفّرة في زمن ريختر. وتكون درجة العزم ودرجة ريختر شبه متساويتين للزلازل التي لا تتجاوز قوتها ٧ درجات. وقد بلغت أعلى درجة عزم مسجّلة إلى اليوم ٩,٥، وذلك في الزلزال الذي حدث في المحيط الهادئ قرب التشيلي في العام ١٩٦٠. وكان هذا الزلزال بقوّة ٨,٥ درجات على مقياس ريختر.

يحدث كلّ يوم أكثر من ألف زلزال بقوّة درجتين على الأقلّ على مقياس ريختر. لكنّ الزلازل التي لا تتعدّى قوتها ٥ درجات نادراً ما تتسبّب بأضرار كبيرة. أمّا الزلازل بقوّة ٧ درجات أو أكثر على مقياس ريختر فهي قادرة على التسبّب بأضرار فادحة وزهق عدد كبير من الأرواح.

المرجفة، أو مرسمّة الزلازل

المرجفة هي أداة تضخّم اهتزازات الأرض الصغيرة وتسجلها. واستناداً إلى هذه التسجيلات، يستطيع الزلازلتيون تحديد موقع الزلزال وقوّته. ويستعمل العلماء أيضاً المرجفة للبحث عن النفط ودراسة باطن الأرض ومعرفه سماكة المجلدات.

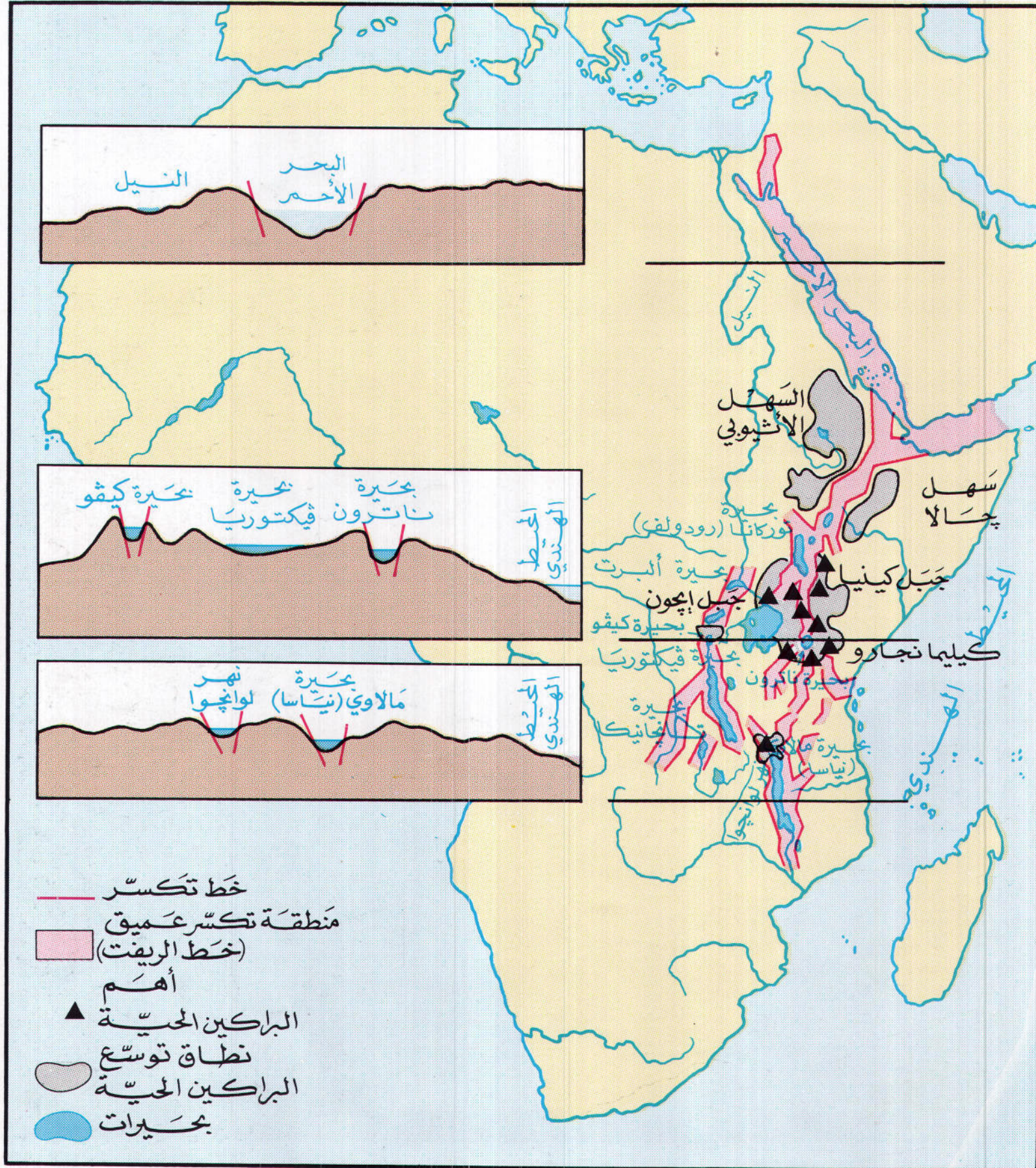
وتستطيع المراجع الفائقة الحساسية تضخيم حركة الأرض حتى عشرة ملايين ضعف. وتتكوّن هذه المراجع من ثقل معلق بإطار بواسطة زنبرك دقيق. ويتحرك الإطار مع اهتزاز الأرض، لكن الثقل يميل إلى البقاء ثابتاً نظراً لقصوره الذاتي. وتضخّم الحركة النسبية بين الثقل والإطار باستعمال محوّل كهروطيسي للطاقة ومضخّم إلكتروني. ويتحرك محوّل الطاقة (ملفّ متّصل بالثقل) في الحقل المغنطيسي الذي يولّده مغنطيس مثبت بالإطار. وتستحثّ هذه الحركة جهداً (فولتية) كهربائياً في الملفّ، الذي ينقله إلى المضخّم. ويُسجّل الجهد المضخّم بواسطة الكمبيوتر أو جهاز يرسم حركة الأرض على ورقة متحرّكة. ويستطيع بعض المراجع كشف حركة الأرض حتى عُشر جزء من بليون من المتر. ويمكن للمحطة الواقعة في مكان هادئ أن تسجّل عدّة زلازل في اليوم الواحد.

تُستعمل أنواع مختلفة من المراجع لقياس الموجات الزلزالية القصيرة والطويلة. وتسجّل مرجحة يُوينج الموجات الطويلة التي تتجاوز ٨٠٠ كيلومتر. وتقيس مرجحة بينيوف الإنفعالية الخطية تتغيّر المسافة بين عمودين مثبتين في الأرض. ويسجّل مشرّع الحركة القويّة الإهتزازات القويّة التي لا يمكن تسجيلها بواسطة الأجهزة الحساسة. وتُستعمل المراجع في مجموعات من ثلاثة أجهزة لقياس ثلاثة أشكال من حركة الأرض على نحو منفصل: صعوداً - نزولاً، وشمالاً - جنوباً، وشرقاً - غرباً. وتوزّع أكثر من ١٠٠٠ محطة لقياس قوّة الزلازل في جميع أنحاء العالم.

وتُستعمل في الأبحاث العلمية والتنقيب مراجع صغيرة جداً ومتينة. ويضع العلماء المئات من هذه المراجع حول المكان الذي يقومون بدراسته. ثم يفجّرون عدداً من المتفجرات لخلق موجات زلزالية تنتشر إلى الطبقات الصخرية تحت الأرض، التي تعود وتمكسها. وتقيس المراجع الموجات المنعكسة وتحدّد طبيعة الصخور والتكوينات الموجودة تحت سطح الأرض.

وقد وضع رواد الفضاء خمس مراجع خاصّة على سطح القمر. وسجّلت هذه الأجهزة موجات زلزالية ناتجة عن زلازل قمرية خفيفة جداً وعن اصطدام الحجارة النيزكية بسطح القمر. وقد بيّنت التسجيلات المرجفة أنّ للقمر قشرة سميكة وصلبة.

طريقة تشقق أفريقيًا الشرقية



يتألف وادي الصدع الكبير من سلسلة من الوديان التي تخترق القسم الأكبر من شرق أفريقيا وجزءاً من جنوب غرب آسيا. ويمتد على حوالي ٧,٢٠٠ كم من سوريا في جنوب غرب آسيا إلى الموزامبيق في جنوب شرق أفريقيا. وترتفع جدران الوادي الشديدة التحدّر إلى حوالي ألفي متر في بعض الأماكن. ويتراوح عرض الوادي في معظم أجزائه بين ٣٠ و ١٠٠ كم. ويتميز وادي الصدع الكبير ببعض أكثر المناظر الطبيعية مشهدة في أفريقيا، ويشتمل على عدد من البحيرات والبراكين.



صدع جزيرة بارتولومي من مجموعة جزر چالاپاچوس



مجموعة صدوع شرق أفريقيا

مجموعة صدوع شرق أفريقيا هي سلسلة من الوديان الناجمة عن التصدع، وهي متصلة تقريباً، ومصحوبة غالباً بالبراكين. وتمتد هذه المجموعة عبر شرق أفريقيا باتجاه شمالي - جنوبي على طول ٤٠٠٠ كيلومتر. وهي فرع قاري لمجموعة الصدوع المنتشرة عبر العالم تحت المحيطات، كما أنها تحدد الخطوط التي تنفصل على طولها،

الصفائح التكتونية الشرقية (الصومال) عن الصفائح التكتونية الغربية (أفريقيا). ولقد بدأت أفريقيا بالانقسام إلى قسمين منذ حوالي خمسين مليون سنة، ولا تزال عملية الانقسام مستمرة. ويبلغ معدل التباعد أقصى، حوالي ملمتر واحد كل سنة، في شمال أثيوبيا، ويتضاءل إلى معدلات صغيرة جداً في الجنوب. وتوجد الصدوع الأكثر تطوراً في الشمال، في كل من أثيوبيا وكينيا وأوغندا حيث تقترب

بمنطقة مرتفعة وواسعة يرافقها دفق حراري عالٍ غير اعتيادي. أما وادي الصدع الكبير المستطيل الذي غالباً ما يتراوح عرضه بين ٣٠ و ١٠٠ كم، وفيه ينخسف قعر الوادي مئات الأمتار تحت مستوى المناطق المحاذية، على طول فوالق شديدة الانحدار تشكل جدران الوادي. وهذه الفوالق ناشطة حالياً، وغالباً ما تتسبب حركاتها بحدوث هزات أرضية خفيفة. كما تظهر البراكين الناشطة والحامدة ضمن وديان الصدع

حيث تصبح قشرة الأرض رقيقة بشكل غير عادي. ومجموعة الصدوع هذه هي امتداد للمجموعة الموجودة تحت المحيط في البحر الأحمر. ويبدأ هذا الامتداد في مثلث عقار، وهو منطقة معقدة من الصدوع والبراكين في أثيوبيا، ويكمل جنوباً عبر الهضاب الأثيوبية حيث يُعرف بالصدع الأثيوبي الذي يضم عدداً من البراكين الناشطة. وعلى مسافة قصيرة إلى

الجنوب، تكمل مجموعة الصدوع مسارها حيث تُعرف بصدوع كينيا (أو صدوع جريجوري) التي تمتد عبر كينيا إلى شمال تانزانيا. ويقترب بهذه الصدوع بركان جبل كينيا وبركان جبل كيليمانجارو الخامدين. (كما يظهر في الصورة) وعلى بعد عدة مئات من الكيلومترات إلى الغرب، تمتد مجموعة ثانوية موازية من الصدوع، تُعرف بمجموعة الصدوع الغربية، وتتألف من

سلسلة من الوديان الناجمة عن التصدع. وتشكل هذه الوديان قرراً لبعض كبرى بحيرات أفريقيا كبحيرات ألبرت (موبوتو سيسي سيكو) وإدوارد بين أوغندا والكونجو (زائير) وكيشو بين رواندا والكونجو (زائير) وتانجانيكا بين تانزانيا والكونجو (زائير). أما في القسم الشمالي من الصدع الغربي، فتتشكل كتلة مرتفعة، سلسلة جبال الروونزوري في أوغندا. وإلى الجنوب من بحيرة تانجانيكا، يتحول الصدع الغربي إلى الشرق عبر تانزانيا.

وعلى مسافة قصيرة إلى الشمال من بحيرة مالاوي، يتحول الصدع إلى الجنوب مجدداً في منطقة كانت تنشط فيها البراكين في العصور الجيولوجية الغابرة. ويميز الامتداد الجنوبي للصدع عبر مالاوي حيث تملأه بحيرة مالاوي، وأيضاً عبر وادي شير في الموزامبيق حيث يفصل بين هضاب الموزامبيق والسهول الساحلي. أما إلى الجنوب من هذه النقطة، فإن الصدع يصبح غير واضح وتختفي آثاره.

لقد تم العثور على عدة تفرعات ثانوية لمجموعة الصدوع بعيداً نحو الغرب. ويمتد أحدها، وهو يسمى صدع لوانجوا، باتجاه جنوبي غربي، مبتدئاً من جنوب بحيرة تانجانيكا بمحاذاة وادي لوانجوا على حدود زامبيا وزيمبابوي، ومنتهاً في شمال بوتسوانا. ويمتد فرع ثانٍ أقصر من الأول، باتجاه جنوب غرب بحيرة تانجانيكا عبر الكونجو (زائير) حيث ينتهي قرب بحيرة مويرو.



مشهد للأرض والقمر أُخذ من الفضاء الخارجي

حركة اللب الداخلي بـ ١٠٠,٠٠٠ مرة، وذلك بحسب الدراسة المذكورة.

وراجع العلماء في جامعة كولومبيا التسجيلات الزلزالية، خلال الثلاثين عاماً الماضية، لتحديد التغيرات الدقيقة الطارئة على انتقال الزلازل والتفجيرات النووية عبر لب الأرض الداخلي. وقد توقّعا حصول تغييرات من هذا النوع لأنّ اللب الداخلي معروف بأنّه ينقل الموجات الزلزالية في اتجاه معين، أسرع من نقله إليها في اتجاهات أخرى.

نظيرتها الموجودة على خطّ استواء سطح الأرض بمسافة قصيرة. وبعد مرور عام، تكون النقطة الداخلية قد سبقت نظيرتها الخارجية بمقدار ٢٠ كم. وبما أن محيط اللب الداخلي يُقدّر بـ ٨٠١٠ كم تقريباً، تُتمّ النقطة الداخلية دورة كاملة، كلّما انقضى ٤٠٠ عام، مثلما يتمّ متسابق على درّاجة دورة كاملة مقارنة بمتسابق آخر. وتُعَدّ هذه الحركة سريعة نسبياً مقارنة بسائر الحركات الجيولوجية. فالقارّات تنزاح بمقدار سنتيمترات قليلة كلّ سنة - أي إنّها أبطأ من

استباق اللب الداخلي للأرض بقية طبقات الكوكب بمقدار ١,١ درجة شرقاً كلّ عام. تخيل نقطة على خطّ استواء سطح الأرض ونقطة تقابلها تحتها تماماً على خطّ استواء اللب الداخلي. يبدو الوضع كوضع راكبي دراجتين عند خطّ انطلاق أحد السباقات يقفان على مسارين منفصلين. ومع دوران الأرض حول محورها - وهو خطّ وهمي يخترق لب الأرض - كلّ ٢٤ ساعة، تسبق النقطة الواقعة على خطّ استواء اللب الداخلي

سرعة دوران لب الأرض الداخلي أكبر مقارنةً بالغلاف وقشرة الأرض

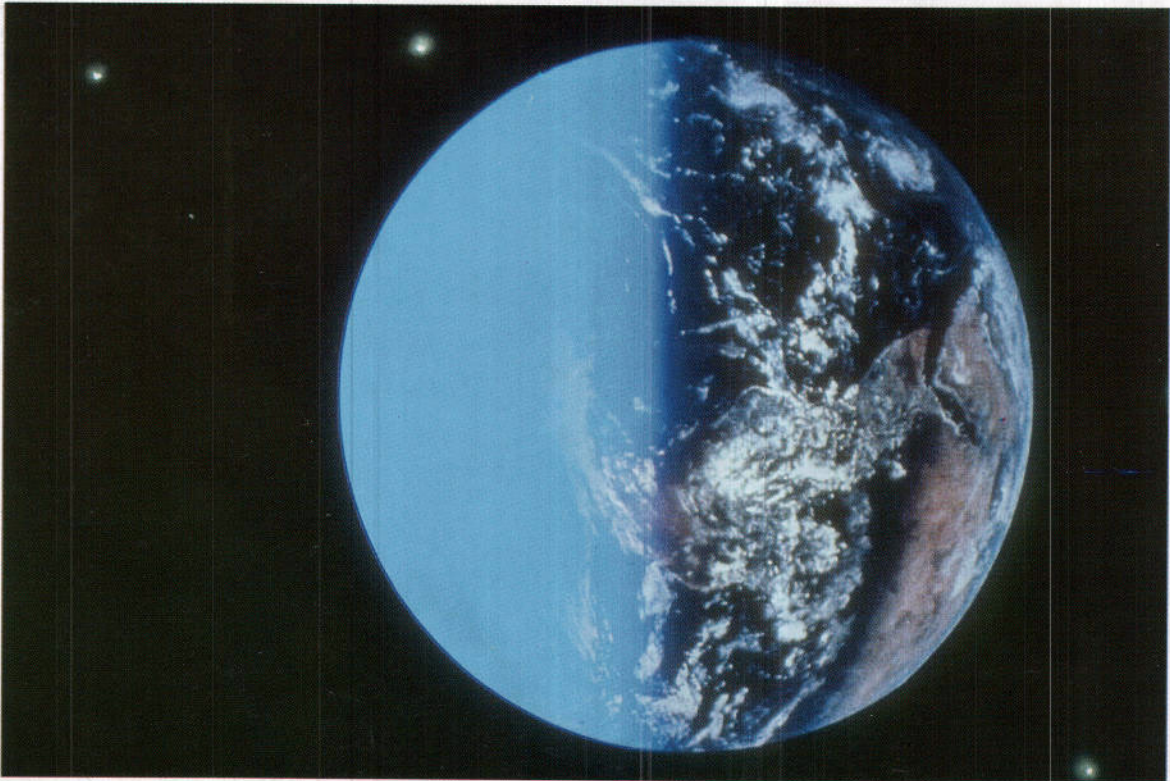
ذكر بعض علماء الفيزياء الجيولوجية Geophysics، في جامعة كولومبيا في مدينة نيويورك في الولايات المتحدة، أنّ لب الأرض الداخلي Inner Core يدور حول نفسه بسرعة أكبر بقليل مقارنةً بالغلاف Mantle والقشرة Crust؛ وقدّروا أنّ اللب أو النواة يسبق الغلاف والقشرة بمقدار ١,١ درجة شرقاً. وتُعتبر هذه الدراسة المنشورة بتاريخ ١٨ تموز ١٩٩٦ في مجلة «Nature» أولى محاولات العلماء لجمع الأدلة الملموسة حول حركة لب الأرض. ويُعتقد أنّ الاكتشاف سيساعد العلماء على تحسين معرفتهم بالعمليات المعقدة والدينامية الحاصلة داخل الأرض، لا سيما تكوّن الحقل المغنطيسي للأرض ونقل الحرارة خلال الأرض.

ويُعتقد أنّ اللب الداخلي، المكوّن من الحديد الصلب، والذي تبلغ كثافته مرة وثلاث المرات مقارنة بكثافة القمر، معلق في لب خارجي Outer Core سائل هو عبارة عن بحر هائل من الحديد المذاب. وقد استنتج العلماء وجود اللبّين الداخلي والخارجي من دراستهم التصوير المقطعيّ الزلزالي Seismic Tomography، وهي تقنية تقيس الموجات الزلزالية الناتجة عن الهزّات الأرضية والانفجارات، أثناء انتقال هذه الموجات من أحد جوانب الأرض إلى جانب آخر، مروراً بالأعماق الداخلية للأرض. وتشبه هذه التقنية وسائل التصوير الطبية، كالمسح فوق الصوتي Ultrasound Scan الذي يقدّم صورة لداخل جسم المريض. وتظهر تقنية التصوير المقطعيّ الزلزاليّ الفروقات في الكثافة بين مختلف طبقات الأرض، ما يساعد الجيولوجيين على تعيين الحدود بين لب الأرض والغلاف المحيط به وتحديد مناطق التداخل بين الصفائح القارية تحت سطح الأرض.

وكشفت الدراسة المذكورة في مرصد لامونت - دوهرتي Lamont-Doherty الأرضي في جامعة كولومبيا النقاب عن



الحمّة Geyser: هي ينبوع حارّ تتفجّر منه نوافير من المياه والبخار. وتتمدّ حفرة على شكل قناة مملوءة بالماء، من فم الحمّة إلى داخل أديم الأرض. في بعض الأحيان، تتواجد الصهارة Magma، وهي مادة صخرية تذوّبها الحرارة المولدة في باطن الأرض، بالقرب من قعر الحفرة، فتسخن الصخور التي تحيط بالماء. فيصبح عندها الماء في الجزء الأسفل من الحفرة حارّاً جداً، ولكنّ الضغط الآتي من الأعلى يمنعه من الغليان. عندما يسخن الماء الموجود في الأعلى، يبدأ بالغليان ويندفع جزء منه صعوداً، فيخفّ الضغط الممارس على المياه الحارة في الأسفل، التي تتحوّل فجأة إلى بخار وتتفجّر قاذفة عامود المياه الذي فوقها. ثم تعود المياه وتتسيل ببطء إلى داخل الحفرة لتبدأ العملية من جديد. تقع أكثر الحمّات نشاطاً في إيسلندا ونيوزيلاندا والولايات المتحدة. في الولايات المتحدة، تتفجر حمّة «الاولد فايفول» Old Faithful في حديقة يلوستون الوطنية، كلّ ٥٠ إلى ١٠٠ دقيقة تقريباً.





ومن التفسيرات المحتملة لهذه الظاهرة «السريعة»، تلك المتوافرة في دراسة حديثة اقترحت بأن اللب الداخلي قد يكون بلورة حديدية ضخمة تسمح بمرور الموجات الزلزالية العابرة بالطول بشكل أسرع، مقارنة بالموجات العابرة بالعرض.

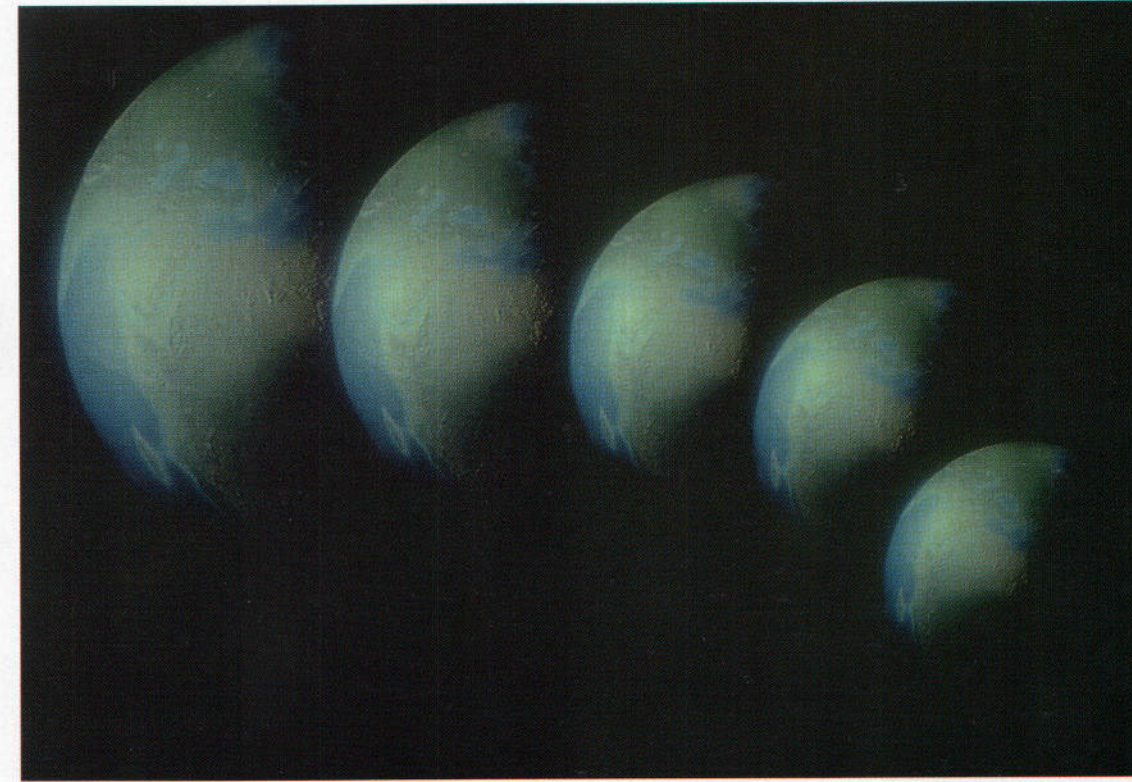
ويعتقد أن اتجاه «الحبيبة» اللب الداخلي، وهو الاتجاه الذي تعبره موجات الزلازل بسرعة، متقارب مع محور دوران الأرض الذي يخترق الأرض من القطب الشمالي الجغرافي إلى القطب الجنوبي الجغرافي.

ورأى علماء الفيزياء الجيولوجية أنه في حال دوران اللب الداخلي بسرعة تفوق دوران سطح الأرض، تكون محاذاة المحور «السريع» عرضة للتغيير مقارنة بالسطح، ما يؤثر في الوقت اللازم لانتقال الموجات الزلزالية عبر اللب الداخلي. وللتأكد من ذلك، قارن العلماء معلومات صادرة عن محطة رصد زلزالي حول هزة أرضية حاصلة قريبها، بمعلومات حول الهزة نفسها صادرة عن محطة تقع في الجانب المقابل من الأرض.

مثلاً، قورنت معلومات حول هزة قيس في محطة رصد زلزالي في جزر ساندويش الجنوبية (وهي تابعة لبريطانيا تقع بين أنتاركتيكا وأمريكا الجنوبية)، بمعلومات صادرة عن محطة واقعة في الجانب المقابل من الأرض، أي في بلدة كولج College في ولاية ألاسكا الأميركية. وقورنت معلومات مماثلة من جزر كيرماديك قرب نيوزيلاندا مع معلومات من كونجسبير وبرجن في النرويج؛ وكذلك معلومات من جزيرة تونجا في المحيط الهادىء مع معلومات من جرافنبرج في ألمانيا. وحصل العلماء على معلومات زلزالية من مركز رصد الزلازل في جزر ساندويش الجنوبية تعود إلى الستينات. أما بالنسبة إلى المجموعتين الآخرين من المعلومات الزلزالية، فلم يجدوا معلومات مسجلة قبل الثمانينات.

وبالنسبة لكل مسار من المسارات الزلزالية الثلاثة، وجد العلماء أن الموجات اتبعت أحد طريقين: طريق يمدّ خلال اللب الخارجي فحسب، وآخر يمدّ عبر اللب الداخلي والخارجي. ولاستبعاد دور بعض العوامل كاختلاف الكثافة بين مختلف طبقات الأرض، قاس العلماء الفرق بين الوقتين اللّازمين لانتقال الموجات الزلزالية عبر الطريقين. ولاحظوا أن الفرق ازداد بالنسبة لمسار جزر ساندويش الجنوبية - ألاسكا مع مرور السنوات، فيما تضاعف على مسار جزر كيرماديك - النرويج، وظلّ مستقرّاً نسبياً على مسار تونجا - ألمانيا.

ودلّت هذه النتائج إلى أن اللب الداخلي تحرك شرقاً. فال محور «السريع» كان يقترب من محاذاة مسار جزر كيرماديك - النرويج ويتعد عن محاذاة مسار جزر ساندويش الجنوبية - ألاسكا. أما مسار



مشهد للأرض أُخذ من الفضاء الخارجي

تونجا - ألمانيا فيقع على امتداد سطح مواز لخطّ الاستواء ومتعامد تقريباً مع المحور «السريع». ولأنّ هذا المسار غير محاذ تماماً تقريباً للمحور «السريع»، رأى العلماء أنّ انحرافه لا يؤثّر في الموجات الزلزالية العابرة للّب الداخلي في هذا الاتجاه.

وفي الوقت الحاضر، يشير أحد طرفي المحور «السريع» باتجاه المحيط المتجمّد الشمالي بإحداثيتين مساويتين لـ ٧٩ درجة شمالاً و١٦٩ درجة شرقاً في نصف الكرة الأرضية الشمالي. وقبل ثلاثين عاماً، كان اتجاه المحور يشير إلى موقع يقع إلى ٣٣ درجة غرباً وعند خطّ العرض نفسه، كما ذكرت الدراسة.



المحيط بالأرض حيث يشكّل درعاً واقية للكوكب من معظم الإشعاعات الكونية والأشعة الشمسية. ويُعتقد أنّ اللّب الخارجي يعمل مولّداً كهربائياً ضخماً: أثناء انتقال الحرارة عبر هذا اللّب، يتدوّم السائل حول نفسه، منتشاً تيارات كهربائية تخلق الحقل المغنطيسي. هذا التفاعل المعقّد بين التيار الكهربائي والحقول المغنطيسية قائم بنفسه جزئياً، فالعمليتان اللتان تخلقان التيار والحقل المغنطيسي تُنشأتان بعضهما بعضاً.

واللّب الداخلي، كونه بلّورة عملاقة، قادر على نقل بعض هذه الكهرباء بحيث يلعب هذا اللّب دوراً في خلق الحقل المغنطيسي. وتوحي نماذج نظرية، كتلك التي وضعها العلماء المشار إليهم آنفاً، أنّ انتقال الطاقة في هذا النظام الدينامي يجعل اللّب الداخلي يدور حول نفسه بسرعة تفوق بقليل سرعة دوران سطح الأرض.

ويرى علماء الفيزياء الجيولوجية أنّ اتجاه هذا الدوران شرقاً يساهم في تفسير ظاهرة أخرى معروفة منذ زمن، وهي ظاهرة انزياح قطبيّ الأرض المغنطيسيين. ففي النصف الشمالي، ينزاح القطب المغنطيسي قليلاً نحو الغرب كلّ عام، عاكساً الحركة باتجاه الشرق التي يقوم بها اللّب الداخلي. ويُعتقد أنّ توسّع المعلومات حول هذا النظام الدينامي عبر وسائل الملاحظة، سيمكّن العلماء في النهاية من التنبؤ بدرجة انزياح القطبين المغنطيسيين.

وستمكّن المعلومات الإضافية في حال توقّرها العلماء يوماً ما، من التنبؤ بالانعكاسات المغنطيسية. فالجيولوجيون وجدوا في الصخور والترسبات دلائل على أنّ الحقل المغنطيسي للأرض قد انعكس مرّات عدّة خلال ملايين السنوات. في حال انعكس الحقل المغنطيسي اليوم، سوف تشير إبرة البوصلة إلى الجنوب بدلاً من الشمال. ولا يعرف العلماء بعد هل ستقع الأرض أثناء حدوث عملية الانعكاس المغنطيسي في حقل مغنطيسي ضعيف أو معدوم يترك الكوكب عرضةً للأشعة الضّارة بالحياة.

وستصقل المعلومات الجديدة أيضاً ما نعرفه حول بعض العمليات الحاصلة داخل الأرض، كانتقال الحرارة من اللّب إلى الغلاف، وهي عملية تلعب دوراً كبيراً في ظواهر سطحية كانهجار البراكين وحوادث الزلازل.

وقد راجعت دراسة جامعة كولومبيا معلومات متوافرة خلال ثلاثين سنة. ولذلك يبقى على العلماء إدراك ما إذا كانت حركة اللّب الداخلي تحافظ على ثباتها خلال فترات أطول من الزمن، أو هل تتباطأ أو تتسارع أو حتى تنعكس. وعليهم أيضاً الإجابة عن التساؤل: هل تتذبذب حركة اللّب مع مرور الزمن مثلما هي الحال مع حركة السطح؟ فالتذبذب السطحي، المسمّى بمبادرة Precession، يغيّر المناخات المناطقية ببطء خلال آلاف السنوات. وتمتدّ الدورة الواحدة من المبادرة إلى حوالي ٢٠,٠٠٠ سنة.

وقد تباطأ دوران الطبقات الأرضية الخارجية مع مرور الزمن. فعلماء الكواكب والجيولوجيون اكتشفوا أخيراً أنّ اليوم كان أقصر بسبب ساعات منذ ٩٠٠ مليون سنة.

الأرض

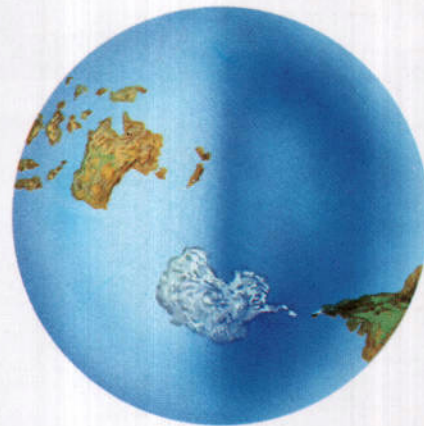
الأرض، موطن الإنسان، هي كوكب يدور حول الشمس في مدار منتظم مثل الكواكب الثمانية الأخرى الموجودة في النظام الشمسي. ويتّصف كلّ من هذه الكواكب بخصائص مميزة، بعضها معروف تماماً لدى العلماء والجمهور عموماً. فزحل، مثلاً، محاط بمجموعة من الحلقات، ويشتهر المشتري بأنّه أكبر كوكب في النظام الشمسي. وتُعرف الأرض أيضاً بخصائص مميزة، وهي خصائص مهمة جداً بالنسبة للإنسان. فالأرض هي الكوكب الوحيد المعروف الذي تسوده درجة الحرارة المناسبة ويغلفه الجو المناسب، اللذان يسمحان بوجود الحياة كما نعرفها الإنسان.

وتسمح خصائص الأرض المميزة بوجود أنواع النباتات والموارد الطبيعية التي يمكن أن يعيش فيها النبات والانسان والحيوانات الأخرى. وينطوي هذا الواقع على أهمية كبرى بالنسبة للإنسان، حتى أنّه أنشأ علماً خاصاً يدعى علم البيئة، يدرس اعتماد كافّة

من الإشعاع الشمسي، ولا سيّما الأشعة السينية (أشعة إكس) والأشعة فوق البنفسجية. إنّ هذا الإشعاع مضرّ جداً بالكائنات الحية؛ ولولا ترشيح الجوّ له، لما استطاع على الأرجح أيّ شكل من أشكال الحياة أن يظهر على الأرض. وهكذا، فإنّ الشروط الضرورية لأشكال الحياة هذه - الماء والجوّ المناسبان وكميّة أشعة الشمس ونوعها - متوفّرة على سطح الأرض. والأرض هي الكوكب الوحيد في النظام الشمسي الذي يتمتّع بجميع هذه الشروط «الملائمة».

كوكب الأرض

خلال بضع مئات السنين الفائتة، أقرّ الجميع تقريباً أنّ الأرض مستديرة. ويعتقد معظم الناس أنّ الأرض كروية الشكل وشبيهة، إلى حدّ ما، بكرة صلبة. والحقيقة هي أنّ الأرض ليست كروية تماماً، وتُظهر بعض الانتفاخ حول خطّ الإستواء. ويبلغ قطر الأرض حول خطّ الإستواء (وعند مستوى سطح البحر) ١٢٧٥٦,٨ كيلومتراً.



نصف الكرة احيطي

الكائنات الحية بعضها على بعض، وعلى نباتاتها. ويحاول علماء البيئة إيجاد الوسيلة الملائمة للحفاظ على نباتات الأرض، بحيث تتمكّن الكائنات الحية من الإستمرار في العيش على سطح الكوكب.

تتمتّع الأرض بشروط ممتازة لوجود الحياة. فدرجة الحرارة منخفضة بما فيه الكفاية، لكي يبقى الماء السائل على سطح الأرض؛ وتغطّي المحيطات في الواقع أكثر من ثلثي سطح الكوكب. إلّا أنّ درجة الحرارة مرتفعة أيضاً بما فيه الكفاية، بحيث لا يبقى سوى جزء ضئيل من هذا الماء مجمّداً بشكل دائم - قرب القطبين الشمالي والجنوبي وعلى قسم بعض الجبال.

وتتميّز الأرض أيضاً بجوّ كثيف تنفّسه الحيوانات بسهولة، وتأخذ منه النباتات ثاني أكسيد الكربون الذي تحتاج إليه لتنمو. لكنّ الجوّ ليس كثيفاً جداً بحيث يحجب أشعة الشمس. وبالرغم من أنّ العيوم غالباً ما تظهر في السماء، فإنّ كميّة كافية من أشعة الشمس تصل بالإجمال إلى سطح الأرض، لكي تتمكّن النباتات من النموّ والتكاثر. وتحول النباتات، أثناء نموّها، الطاقة المستمدة من أشعة الشمس إلى طاقة كيميائية تستعملها في عمليات الحياة. ويشكّل هذا التفاعل بين النباتات والشمس، مصدر الطاقة الأساسي لجميع أشكال الحياة تقريباً على الأرض.

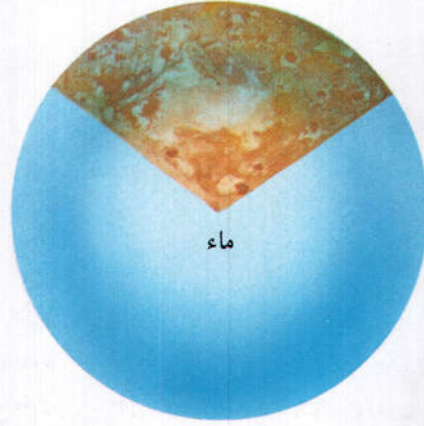
ومع أنّ الغلاف الجوّي يسمح لأشعة الشمس بالوصول إلى سطح الأرض، فإنّه يصدّ بعض أجزاء

وتبلغ المسافة الفاصلة بين القطب الشمالي والقطب الجنوبي (أيضاً على مستوى سطح البحر) ١٢٧١٣,٨ كيلومتراً. مقارنةً بقطر الأرض، يبدو الفارق ضئيلاً - ٤٣ كيلومتراً فقط - لكنّه كبير، قياساً على تضاريس سطح الأرض. فعلى سبيل المثال، لا يرتفع أعلى جبل على سطح الأرض، وهو جبل إيفريست، أكثر من ٩ كيلومترات تقريباً فوق سطح البحر. ويعرف شكل الأرض تشويهاً آخر ضئيلاً، فهو يبدو أكثر امتلاءً في نصف الكرة الجنوبي ممّا هو في نصف الكرة الشمالي؛ ولا يبلغ هذا الفارق في أقصى حدّ له أكثر من ٣٠ متراً.

وقد حسب العلماء شكل الأرض في أوّل الأمر، استناداً إلى قياس المساحين للقارات، كيلومتراً تلو كيلومتر. أمّا اليوم، فتشكّل الأقمار الصناعية أداة قياس أكثر شموليّة ودقّة. ويقس الرياضيون بدقّة مدارات الأقمار الصناعية، ثمّ يحسبون قوّة الجاذبية التي تمارسها الأرض على هذه الأقمار. واستناداً إلى هذه الحسابات، يستطيع الرياضيون استنتاج شكل الأرض. وقد اكتُشف الإنفخ الضئيل لنصف الكرة الجنوبي، إثر حسابات من هذا النوع.

كتلة الأرض وحجمها وكتافتها

تبلغ كتلة الأرض ٦,٠٥٩ x ١٠^{٢١} طن، أي ٦ سكستليون Sextillion و٥٩٥ سكتليون Quintillion طن. ويقس العلماء كتلة الأرض بواسطة تجارب دقيقة جداً في المختبر. فيضعون أوزاناً



نسبة اليابسة إلى الماء

مختلفة أيضاً اختلافاً كبيراً. ويبدو في الواقع أنّ الأرض مؤلّفة من مجموعة من الطبقات. وتشتمل بنية الأرض على ثلاث طبقات أساسية: الطبقة الخارجية التي تغطّي الأرض كجلدة رقيقة وتُدعى القشرة أو الأدب؛ والطبقة السميكة الواقعة تحتها وتُدعى الغلاف؛ والنواة التي تشغل المنطقة المركزية. وتنقسم كلّ طبقة إلى بنى أخرى أكثر تعقيداً.

تختلف سماكة قشرة الأرض بين مكان وآخر. فبلغ معدّل سماكة القشرة تحت المحيطات ٥ كيلومترات، لكنّه يصل إلى ٣١ كيلومتراً تحت القارّات. ويشكّل هذا الاختلاف في السماكة تحت المحيطات وتحت القارّات، إحدى خصائص القشرة الهامة.

ويختلف هذان الجزءان من القشرة من نواح أخرى أيضاً. فكلّ منهما مؤلّف من أنواع مختلفة من الصخور. وتكون الصخور القارية، مثل الجرانيت، أقلّ كثافة من الصخور في أحواض المحيطات، مثل البازلت. ويتميّز أيضاً كل جزء ببنية مختلفة. وتمتدّ أيضاً الصخور البازلتية التي تغطي القسم الأكبر من قاع المحيطات تحت القارّات، فيبدو وكأنّ الصخور الخفيفة التي تشكّل الكتل القارية تطفو فوق الصخور الثقيلة الموجودة تحتها.

وتشير النظريات الحديثة في بنية الأرض إلى أنّ هذا هو بالتحديد ما يحدث فعلاً. ولكن، من أجل

ثقيلة ذات كتلة محدّدة بدقّة قرب بعضها البعض، في جهاز يقيس قوّة التجاذب التثاقلي بينها.

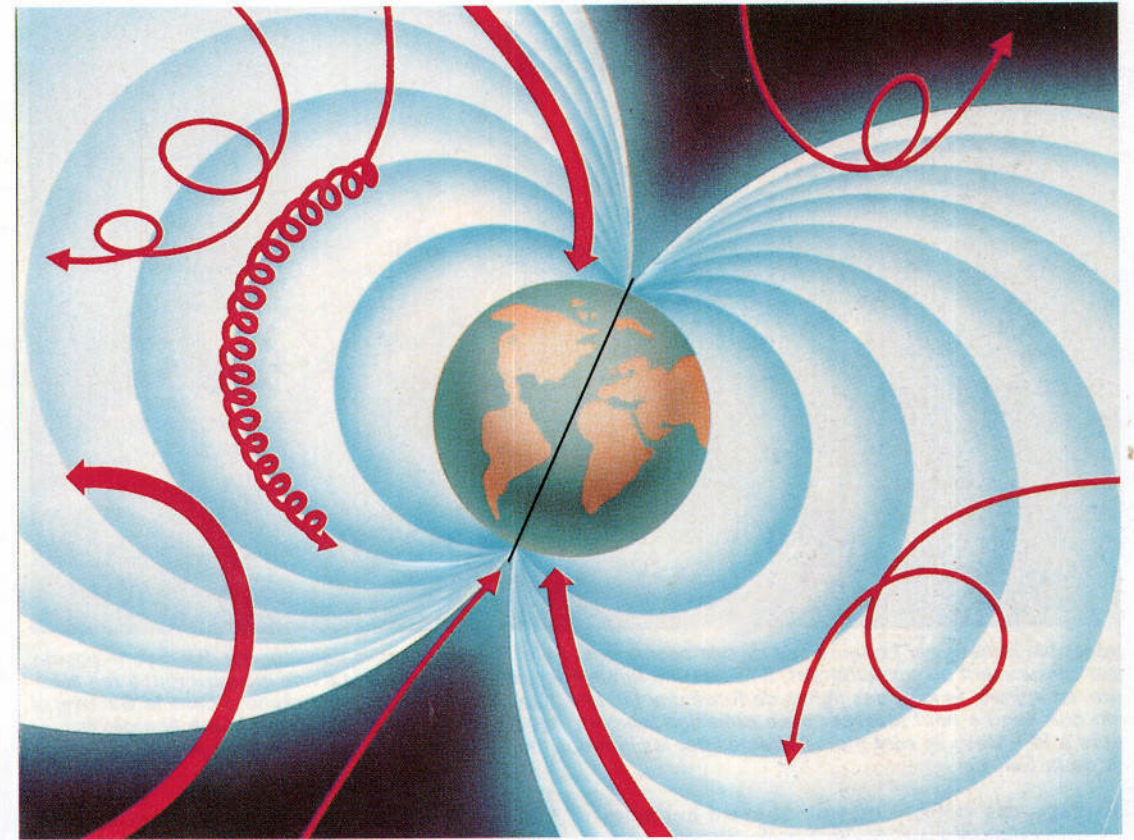
وفقاً لقانون الجاذبية الذي جاء به نيوتن، تكون قوّة الجاذبية متناسبة مع حاصل ضرب الكتلتين المتجاذبتين. ويمكن قياس قوّة الجاذبية التي تسلّطها الأرض على الكتلة الاختبارية، بسهولة كبيرة، فهي ببساطة وزن الكتلة عينها. ويمكن قياس قوّة التجاذب بين كتلتين معروفتين في المختبر. ويكون بذلك العامل الوحيد المجهول هو كتلة الأرض، التي يمكن تحديدها بسهولة، مقارنةً بالعوامل الأخرى.

ويستطيع العلماء حساب حجم الأرض لأنهم يعرفون شكل الكوكب. فيقسمون كتلة الأرض بالحجم، ويحصلون بذلك على معدّل كثافة المادّة التي تولّف الأرض، وهي ٥,٥ غرامات في السنتيمتر المكعب.

ويشبه هذا المعدّل جميع المادّة، من سطح الأرض إلى مركزها. لكنّ كثافة المادّة التي تولّف الأرض تختلف بين مكان وآخر. فمعظم المادّة التي تشكّل القارّات، لا يبلغ كثافته سوى نصف هذا المعدّل تقريباً. ولا تزال كثافة المادّة في مركز الأرض غير مؤكّدة إلى حدّ ما، لكنّ أفضل القرائن المتوفّرة تبيّن أنّها تساوي تقريباً ثلاثة أضعاف معدّل كثافة الأرض.

طبقات الأرض

لا يختلف سطح الأرض ومركزها من حيث الكثافة فقط. وتبدو أنواع الموادّ في هذين الموضعين



خطوط قوة الحقل المغنطيسي

فهم نظرية الصخور الطافية، يجب تشكيل فكرة عن الطبقة الواقعة تحت القشرة، أو الغلاف.

لم يتمكن الإنسان حتى اليوم من رؤية الغلاف. فقد حفر الناس حفراً عميقة، مثل آبار النفط، في قشرة الأرض، وذلك على القارات أو في قاع المحيطات على حد سواء، ولكن لم تُحفر أية حفرة عبر القشرة وصولاً إلى الغلاف. وقد جاءت جميع المعلومات المتوفرة حول الغلاف من قياس الموجات الزلزالية، وهي الاهتزازات الناتجة عن الزلازل. ويستنتج العلماء من هذه القياسات، الكثير من خصائص الغلاف.

تبلغ سماكة الغلاف حوالي ٢٩٠٠ كيلومتر، وهو ينقسم إلى ثلاث مناطق. إن مادة الغلاف الصخرية صلبة جداً، مقارنة بالأمور التي تصادفها في التجربة اليومية. ولكن، إذا تعرضت هذه المادة للضغط لمدة طويلة من الزمن - ربما مليون سنة - فسوف تنخفض بعض الشيء. وبالتالي، إذا تغير توزيع الصخر في القشرة تدريجياً، كما يحدث عندما ترتسب المادة المنحثة من الجبال على قاع المحيط، ينخفض الغلاف ببطء لتعويض التغير في وزن المادة الصخرية فوقه؛ وهذا ما يعرف بنظرية توازن القشرة الأرضية.

تمتد نواة الأرض إلى الخارج انطلاقاً من مركز الكوكب، بشعاع يساوي ٣٤٨٠ كيلومتراً تقريباً. ويبقى الحصول على المعلومات حول داخل الأرض أمراً صعباً جداً، حتى أن الكثير من الأفكار حول بنيتها يبقى غير أكيد. ويشير بعض الأدلة إلى أن النواة تنقسم إلى منطقتين: النواة الداخلية الصلبة التي يبلغ شعاعها حوالي ١٢٥٥ كيلومتراً، والنواة الخارجية شبه السائلة.

ويختلف العلماء حول هذا الوصف للنواة، لأنه يستند إلى معطيات موجبة زلزالية ناقصة. وتشير النظرية إلى أن كثافة المادة التي تؤلف النواة الداخلية،

تبلغ حوالي ١٦ إلى ٢٠ غراماً في السنتيمتر المكعب، وأن كثافة المادة التي تؤلف النواة الخارجية تبلغ حوالي ١١ إلى ١٢ غراماً في السنتيمتر المكعب.

مناطق الأرض السطحية

تناول الكثير من الدراسات العلمية قشرة الأرض الرقيقة التي يعيش فوقها الإنسان، وأصبح معظم معالمها السطحية معروفاً جيداً. تشغل المحيطات ٧٠,٨٪ من مساحة سطح الأرض، فيبقى أقل من ثلث سطح الأرض للقارات.

وليست كل مساحة القارات من الأرض الجافة، إذ تغطي البحيرات والأنهار والجلبد بعض أجزائها. ولا تتجاوز الأرض الجافة، في الواقع، ربع مساحة الأرض الإجمالية.

المحيطات المالحة

تتكوّن المحيطات من الماء المالح. والملح هو معدن شائع جداً على الأرض

المعالم السطحية على قاع البحر

نجد جبلاً وودياناً وسهولاً على قاع المحيطات، شبيهة بما نجده على سطح القارات. وتحدث تغييرات في تضاريس قاع المحيط كما يحدث في تضاريس القارات.

على القارات، يعمل عدد كبير من قوى الحث (وبشكل خاص قوة الماء) بشكل دائم. وتحت هذه العوامل الجبال، وتحمل التراب إلى الوديان والسهول المنخفضة. وتحمل الأنهار بعض هذا التراب إلى المحيط. وتساهم عوامل أخرى أيضاً، مثل الرياح وتغير درجات الحرارة، في حث الجبال العالية.

في المحيطات، يحدث عدد قليل من العواصف المطرية وتغير ضئيل جداً في درجات الحرارة. ولكن، هناك قوى تعمل إلى حد ما مثل الرياح؛ وهي التيارات المحيطية العميقة المعروفة بتيارات عكزكة، التي تحمل الوحل والطين من السفوح العالية على قاع المحيط إلى الأعماق السحيقة. وتُسبب هذه التيارات أيضاً انحناءات التضاريس السطحية على قاع المحيط.

يشتمل معظم القارات على سطوح واسعة مسطحة تغطي مئات الآلاف من الكيلومترات المربعة. ومن هذه السهول، نذكر مراعي (براري) أميركا الشمالية وسهوب روسيا وحوض الأمازون في أميركا الجنوبية. وتشهد أيضاً المحيطات العميقة سهولاً واسعة تُعرف بالسهول الأعماقية أو سهول الأعماق. ويمتد السهل الأعماقي في شمال المحيط الأطلسي على ٦٠٠٠ متر تحت سطح المحيط. والقسم الأكبر من هذا السهل مستو تماماً تقريباً، لكن بعض الجبال البحرية ترتفع هنا وهناك.

وكما نجد سلاسل جبال على القارات، فهي تمتد أيضاً على قاع المحيط. وتقع عموماً هذه السلاسل، التي تبدو منظمّة وفق أنماط محددة، قرب مركز حوض المحيط. ولهذا السبب، يطلق العلماء عليها اسم سلاسل جبال وسط المحيط.

وترتفع سلاسل جبال وسط المحيط عالياً جداً فوق قاع المحيط. فعلى سبيل المثال، يقع قاع المحيط على جانبي سلسلة جبال وسط الأطلسي على ٥٠٠٠ متر تقريباً تحت سطح البحر. وترتفع جبال السلسلة ٣٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ متر فوق قاع المحيط. ويكون بعض القمم عالياً جداً بحيث يظهر فوق سطح المحيط. فجزر الأسور وجزيرة أسنسيون هي قمم في سلسلة جبال وسط الأطلسي.

الجبال القارية

على غرار سلاسل جبال وسط المحيط، ترتفع سلاسل الجبال على القارات إلى علو شاهق فوق السهول التي تحيط بها. ويرتفع الكثير من قمم جبال الأند في أميركا الجنوبية أكثر من ٦٠٠٠ متر فوق مستوى وادي نهر الأمازون. وتنصب جبال روكي (الجبال الصخرية) في أميركا الشمالية بارتفاع ٤٠٠٠ متر تقريباً فوق مراعي السهول الكبرى.

وتضمّ الهيمالايا، وهي سلسلة تمتد على طول الحدود الشمالية للهند، أعلى جبل في العالم: جبل إيفريست، الذي يصل ارتفاعه إلى ٨٨٤٨ متراً. وتشتمل الهيمالايا على عدد كبير من الجبال الشاهقة التي ترتفع إلى أكثر من ٧٠٠٠ متر فوق سهل نهر الجانج.

يعتبر كثيرون أن الجبال هي أكثر التضاريس السطحية مشهدية. وتشتمل الجبال عادة بعضها ببعض، لتشكيل سلاسل طويلة تمتد على مئات أو آلاف الكيلومترات فوق سطح الأرض. ومن سلاسل الجبال الهائلة، نذكر الألب في أوروبا والهيمالايا في آسيا وجبال روكي (الجبال الصخرية) في أميركا الشمالية.

يحدّد الجيولوجيون أيضاً تجمّعات أكبر من الجبال تشتمل على عدد من سلاسل الجبال. ويُعرف مثل هذا التجمع بالنظام الجبلي. وغالباً ما تكون الأنظمة الجبلية عند حافات القارات، ولا سيما في أميركا الشمالية والجنوبية. ويعتقد العلماء أنه، نظراً إلى أن سلاسل الجبال تشكل أنظمة وإلى أنها تمتد في مواقع

خاصة على القارات، فلا بدّ وأنها مرتبطة ببنية الأرض العميقة. ولا أحد يعرف تماماً نوع العلاقة التي تربط بين الأنظمة الجبلية وباطن الأرض. لكن، يُعتقد أن هذه العلاقة مرتبطة بالطريقة التي تتكوّن بها الجبال من كتل صخرية تدفعها إلى الأعلى قوى في الجزء السفلي من القشرة أو في الغلاف. وبما أن الأنظمة الجبلية ترتب وفق نمط منتظم نسبياً، يعتقد العلماء أن ذلك يشير إلى أن القوى في باطن الأرض تتبع أيضاً نمطاً محدداً.

ولا يزال بعض الأنظمة الجبلية، مثل تلك الممتدة على طول الساحل الغربي لأميركا الشمالية، يرتفع بشكل مطّرد. ومن جهة أخرى، تتعرض أنظمة جبلية أخرى، مثل مجموعة جبال أبلاتش في شرق الولايات المتحدة، إلى الحث والتآكل.

وبرغم أن لا أحد يملك معلومات حاسمة حول القوى التي تتكوّن الجبال، فمن الواضح أن للزلازل والنشاط البركاني علاقة وثيقة بتكوين الجبال. ويعرف العلماء أن الزلازل والثورات البركانية تحدث عموماً ضمن أنظمة الجبال الحديثة التكوين. ولكن لا أحد يعلم تماماً نوع القوى الموجودة في عمق باطن الأرض التي تسبّب حدوثها.

تتكوّن الجبال بثلاث طرق رئيسية. ويسمح بعض سمات كل من هذه الطرق بتتبع أثر الحركات التي أدت إلى تكوين الجبال على سطح الأرض. ويتكوّن معظم الأنظمة الجبلية طوال سنين عدة، بفضل هذه الطرق الثلاث مجتمعة.

في أحد أشكال تكوين الجبال، يُدفع الصخر المصهور بعنف إلى الأعلى أو يتسيل إلى الخارج من تحت سطح الأرض. وتتكسّد تراكمات هذا الصخر المتصلّب لتكوين الجبال. ويتكوّن معظم الجبال التحبيرة بهذه الطريقة.

في شكل آخر من تكوين الجبال، ينشق جزء من قشرة الأرض ويميل إلى الأعلى على أحد جانبيه. وتكون الجهة التي يحدث فيها الشق، شديدة التحرّ ووعرة. أما الجهة المقابلة فتتحدّر بلطف إلى مستوى باقي القشرة. ويبدو أن جبال سييرا نيفادا في كاليفورنيا في الولايات المتحدة قد تشكّلت بهذه الطريقة.

ويحدث الشكل الثالث من تكوين الجبال، عندما تبدأ صفيحتان من قشرة الأرض بالاقتراب الواحدة من الأخرى. ويتعرض الجزء من القشرة الواقع بين الصفيحتين إلى الانضغاط والثنّي. وتشبه هذه الظاهرة ما يحدث عندما تضع يديك على طرفي غطاء المائدة، ثم تدفعهما الواحد باتجاه الآخر. فالجزء من الغطاء الواقع بين يديك ينثني ويتغصّن. وتشكّل جبال أبلاتش في الولايات المتحدة مثلاً جبالاً على هذا النوع من التكوين.

الوديان والسهول

تفصل الوديان بين سلاسل الجبال. وفي بعض الحالات، يبدو تشكّل الوادي مرتبطاً مباشرة بتشكّل الجبال التي تحدّه على الجانبين. ويظهر هذا التأثير بشكل بارز في وادي الموت Death Valley في الجنوب الغربي من الولايات المتحدة.

وتحدّد وادي الموت من الشرق والغرب سلسلتان جبليتان صغيرتان حديثا التكوين، لا تزالان ترتفعان باستمرار؛ ومع ازدياد ارتفاع هاتين السلسلتين، تبتعدان الواحدة عن الأخرى. وينخفض الامتداد الصخري الواسع الواقع بينهما بشكل مطّرد في الشق الناتج عن تباعد السلسلتين. ونتيجة لذلك، ينخفض وادي الموت - الذي هو اليوم أوطأ نقطة في الولايات المتحدة - أكثر فأكثر قرناً بعد قرن.

ويُعتبر وادي الموت حالة خاصة جداً جاءت نتيجة حركة غير اعتيادية في الجبال المحيطة. وتشكّل القيعية (طية مقوّمة) نوعاً شائعاً أكثر من الوديان. ويظهر هذا النوع من الوديان بشكل خاص، حيثما تكوّنت الجبال بالانضغاط والطن. ومثلما يحدث في غطاء المائدة المتغصّن، يكون بعض الطيات إلى الأعلى، وبعضها الآخر إلى الأسفل. تُعرف الطيات إلى الأعلى بالطيات المحبّدة وتشكّل قمم سلاسل الجبال، بينما تشكّل القعائر الوديان بين السلاسل.

يكون سطح الأرض بين الأنظمة الجبلية الكبيرة مستوياً نسبياً. وتُعرف هذه المناطق الواسعة بالسهول. وتشكّل منطقة السهول الكبرى في وسط أميركا الشمالية مثلاً أعلى هذه التكوينات. منذ مئات ملايين السنين، كانت سلاسل الجبال تغطي الكثير من مناطق السهول. لكنّ عملية تكوين الجبال توقّفت منذ زمن بعيد. وحتّى عوامل التعرية

تدريجياً قمم الجبال وحملت التراب إلى الوديان، حتّى أصبحت أخيراً المنطقة بكاملها شبه مستوية.

في بعض المناطق، نجد أدلة على أن السهول كانت في الماضي تحت سطح البحر. وقد وُجدت أحافير لخلوقات بحرية في صخور تقع الآن على ارتفاع كبير فوق سطح البحر.

الأنهار والجداول

تجري شبكات أنهار كبيرة في معظم السهول. وتختلف هذه الأنهار اختلافاً كبيراً عن الأنهار في سلاسل الجبال. تنحدر الجداول والأنهار الجبلية بسرعة أكبر على السفوح. وهي تتدفق بسرعة واختلاط بشكل شبه عمودي، مبعدة الحصى والصخور عن سبيلها، ومشكّلة أحياناً شلالات تسقط من فوق الأجرف. وتحمل هذه الجاري كمية كبيرة من الماء.

وتبدو المياه الجارية السريعة صافية وفوّارة. لكنّ كل جدول ونهر، سواء جريا في الجبال أو في السهول، يحملان معها رسابات يأخذانها من الأماكن العالية. وتبدو الجاري الجبلية صافية لأنها تحتوي على كمية كبيرة جداً من الماء، مقارنة مع كمية المواد الرسوبية التي تحملها.

وغالباً ما تبدو جداول وأنهار السهول بيّنة اللون وموجلة. وهي تحمل تركيزاً أكبر من الترسبات، وتجري ببطء أكبر من جداول وأنهار الجبال، إضافة إلى أنها تتعرج في جريانها مشكّلة حلقات كبيرة.

يتطلّب حدوث تعرج في مجرى النهر وقتاً طويلاً جداً. تصوّر نهراً يجري ببطء في مرعى واسع، ويجري جزء منه في خطّ مستقيم. يحدث الماء مجرى النهر ببطء ولكن بأطراد، ويكشف في مأل الأمر تكويناً صخرياً أو مجموعة من الجلاميد (صخور ضخمة أكسبتها المياه شكلاً مدوّراً). ونظراً إلى أن النهر لا يتمتع بقوة كافية لحث الصخور أو دفع الجلاميد جانباً، يُضطرّ إلى الالتفاف حولها. وبهذه الطريقة، يتكوّن تدريجياً منعطف صغير.

يتحوّك الماء عند الحرف الخارجي للمنعطف بسرعة أكبر من الماء الذي يجري عند الحرف الداخلي، كما يتحوّك إطار العجلة بسرعة أكبر من الجزء الأقرب إلى المحور. يحدث الماء السريع الجريان التراب بسرعة أكبر، ويميل إلى جعل المنعطف أكثر انحناء. ومع ازدياد انحناء المنعطف، يقوى تأثير المياه. وتتوصّل المياه في النهاية إلى حفر قوس واسعة حول العائق.

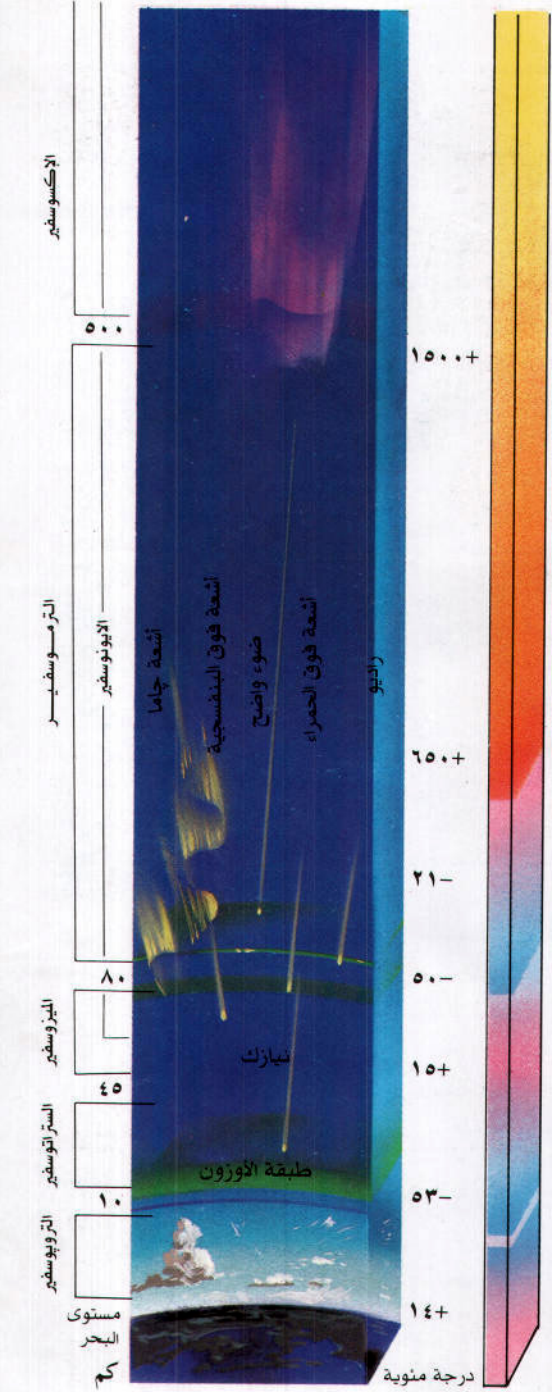
يتقدّم التأثير في اتجاه مجرى النهر؛ وعندما يخرج الماء من المنعطف، يحمله زخمه إلى الضفة المقابلة. ثم تنحدر هذه الضفة تدريجياً، وتبدأ المياه بحفر منحني في تلك الجهة، بالتحديد، من مجرى النهر الأصلي. ويستمرّ هذا التأثير في اتجاه مجرى النهر: تُحفر إحدى الجهتين أولاً ثم الجهة الثانية. وبمرور ملايين السنين، يتشكّل مجرى نهر متعرج.

وتكون القرى أحياناً شديدة الانحناء بحيث تشكّل ضفة النهر حلقةً شبه تامة. ويمكن أن تحتل شقّة الأرض الضيقة المتبقية بين بداية العروة ونهايتها، وتزول تماماً. وهكذا يَمُز مجرى النهر الرئيسي في الطريق الجديدة المختصرة، ولا تجري في العروة الطويلة أيّ كمية تذكر من المياه. ومع تدفّق النهر في مجراه الرئيسي، تتراكم الترسبات، وتشكّل حاجزاً بين المجرى الرئيسي وطرفي العروة المفتوحين. وفي نهاية الأمر، تنفصل العروة تماماً عن النهر، ولا تبقى سوى الوصلة المنحنية التي تُعرف بحيرة سباد النير.

تحت الأنهار باستمرار المناطق التي تخترقها، فتجعل تدريجياً الوديان أكثر عمقاً. وفي بعض الحالات، تنتج عن عملية الحثّ معالم ملفتة. فقد حفر، مثلاً، نهر كولورادو في غرب الولايات المتحدة مزاب جبلية هائلة في النجد المرتفع الذي يخترقه. ويُعتبر أحد هذه المزاب، جراند كانيون Grand Canyon في كولورادو، أحد أكثر المناظر مشهدية في العالم.

توفير الطعام والماء

بأني كلّ طعام الإنسان تقريباً من البايسة، والقليل جداً منه يأتي من البحر. ويُنتج كلّ الطعام تقريباً في مزارع على القارات. لكنّ الإنسان لا يستطيع استعمال سوى جزء بسيط من البايسة للزراعة. فحوالي ٧٪ فقط من البايسة يُعتبر صالحاً للزراعة، بينما تحلّ المستنقعات والأدغال قرب خطّ الإستواء، وملايين الكيلومترات المربعة من الصحاري،



الغلاف الجوي

وسلاسل الجبال الوعرة، والتندرة المشكّلة (خصوصاً في أقصى الشمال)، المساحة المتبقية من البايسة.

يبحث الإنسان باستمرار عن وسائل لإنتاج المزيد من الطعام، لتلبية حاجات سكّان الأرض المتزايدين بأطراد. وقد أشار كثيرون إلى أن المحيطات يمكن أن توفر المزيد من الطعام، فهي تغطي أكثر من ٧٠٪ من سطح الأرض، وتحتضن حوالي ٧٠٪ من أشعة الشمس. وبما أن أشعة الشمس هي مُطلَب أساسي للزراعة، يبدو من المنطقي أن تتمكن المحيطات من توفير كمية كبيرة من الطعام. ولكن ما يبدو معقولاً ليس دائماً كذلك.

فإنّ جميع النباتات تقريباً التي تعيش في المحيطات وتحتضن ضوء الشمس أثناء نموها، هي من الطحالب. والطحالب لا تشكّل طعاماً لذيذاً للإنسان، لكنها جزء هامّ من الهرم الغذائي في المحيطات. وتشكّل الطحالب طعام لخلوقات البحرية الصغيرة، التي تشكّل بدورها طعام الكائنات الأكبر حجماً.

إن معظم مساحة البايسة هو غير صالح للزراعة بسبب نقص الماء. وقد استُصلحت ملايين الكيلومترات المربعة من الأراضي، وحُوّلت إلى أراض زراعية عن طريق بناء السدود على الأنهار، للحصول على المياه اللازمة للري. وقد قدر بعض العلماء أن استعمال جميع أنهار العالم بشكل فعال قد يزيد مساحة الأرض الصالحة للزراعة بنسبة ١٠٪ تقريباً.

وتشكّل تحلية مياه البحر وسيلة أخرى لزيادة كمية المياه المتوفرة لاستهلاك الإنسان. وقد عرف الإنسان كيفية تحلية مياه البحر منذ أكثر

من ٢٠٠٠ سنة. لكن العملية بطيئة إلى حد بعيد ومكلفة، حتى مع التجهيزات الحديثة. تنتج محطة التقطير التي توفر الماء للقاعدة البحرية الأميركية في جواتانامو في كوبا، أكثر من مليوني غالون من الماء يومياً، ولكن بكلفة تصل إلى ١,٢٥ دولار لكل ألف غالون؛ أما في مدينة نيويورك، مثلاً، حيث الماء العذب متوفر، فلا تتجاوز الكلفة ٢٠ سنتاً تقريباً لكل ألف غالون.

بحث العلماء في إمكانية استعمال محطات تقطير تعمل بالطاقة النووية. ووجدوا أنّ محطة واحدة يمكن أن تنتج ١٥٠ مليون غالون من الماء يومياً بكلفة ٣٥ إلى ٤٠ سنتاً لكل ألف غالون. ويمكنها أن تولّد أيضاً ما يقارب مليوني كيلواط من الكهرباء.

الغلاف الجوي

تتألف بنية الأرض من القشرة والغلاف والنواة. وهناك تحديد آخر لمناطق الأرض، خصوصاً للمناطق القريبة من السطح، يسهل فهم التفاعلات الهامة التي تحدث فيها. وفي هذا التحديد، تُعرف المناطق بالغلاف اليابس، والمحيط المائي (غلاف الأرض المائي)، والغلاف الجوي (الجوّ). وقد تناولت الفقرات السابقة القشرة الأرضية والمحيط المائي.

يشمل الغلاف اليابس Lithosphere جميع المواد الجامدة التي تؤلف الأرض. ويتألف الغلاف اليابس من كافة الحجارة والأتربة والصخور وكامل باطن الأرض.

ويشمل المحيط المائي Hydrosphere كافة المياه على سطح الأرض. ويتألف من جميع المياه السائلة على قشرة الأرض - المحيطات والمحاري المائية والبحيرات والمياه الجوفية - إضافة إلى المياه المجمدة في الجليدات (أنهار الجليد) وعلى الجبال وفي صفحات الجليد في القطبين الشمالي والجنوبي.

ويشمل الغلاف الجوي جميع الغازات فوق سطح الأرض إلى بداية الفضاء بين الكواكب. ويمتد الجوّ إلى بضعة مئات الكيلومترات فوق سطح الأرض، لكن حدوده غير واضحة تماماً. ففي الإرتفاعات الكبيرة، يصبح الجوّ أقلّ فأقلّ كثافة، حتى يصبح من غير الممكن التمييز بين الحد الذي ينتهي عنده غاز الأرض، والحد الذي يبدأ عنده الغاز بين الكواكب.

يحتوي الجوّ على بخار الماء وعدد من الغازات الأخرى. وقرب سطح الأرض يتألف ٧٨٪ من الجوّ من غاز النتروجين (الأزوت). ويشكل الأكسجين، الغاز الضروري لجميع الحيوانات بما فيها الإنسان، ٢١٪ من الجوّ. ويتكوّن الواحد بالمئة الباقي من عدّة غازات مختلفة مثل الأرجون وثاني أكسيد الكربون والهيليوم والنيون. ويلعب ثاني أكسيد الكربون دوراً حيوياً بالنسبة للحياة النباتية، كما الأكسجين بالنسبة للحياة الحيوانية. لكن ثاني أكسيد الكربون لا يشكل سوى ٠,٣٪ تقريباً من الجوّ.

يضغط الجوّ بقله على سطح الأرض فيسلط قوة يصل معادلها إلى حوالي ١,٠٣ كيلوغرام في السنتيمتر المربع، عند مستوى سطح البحر. ويتغير الضغط بشكل طفيف من مكان إلى آخر، وتنتج عن ذلك مناطق الضغط المرتفع ومناطق الضغط المنخفض المرتبطة بأنماط الطقس. ينخفض الضغط كلما زاد الارتفاع، لأنّ الجوّ يصبح أقلّ كثافة، فيسلط قوة أقلّ. ولا يتجاوز الضغط الجوي على ارتفاع ١١,٠٠٠ متر (وهو الارتفاع النموذجي

الذي تطير عليه الطائرات التجارية النفاثة) خمس الضغط السائد عند مستوى سطح البحر.

وتنخفض أيضاً درجة حرارة الجوّ مع ازدياد الارتفاع. فعلى ارتفاع ١١,٠٠٠ متر، يصل معدل درجات الحرارة الي ٥٦° مئوية تحت الصفر. وتبقى درجة الحرارة ثابتة على ٥٦° مئوية تحت الصفر حتى ارتفاع ٢٥,٠٠٠ متر. وفوق هذا الارتفاع، تعود درجة الحرارة إلى الارتفاع.

يقسم العلماء الجوّ إلى عدّة مناطق. تُعرف المنطقة الأقرب إلى الأرض (من السطح حتى ارتفاع ١٠ كم) بالثرووسفير. وتعلوها منطقة تُعرف بالستراتوسفير، تبقى فيها درجة الحرارة ثابتة. وتمتدّ فوق هذه المنطقة طبقة تُعرف بالميزوسفير، ثم طبقة تبدأ على ارتفاع ٨٠ كيلومتراً تقريباً من سطح الأرض وتُعرف بالأيونوسفير.

وفي هذه المنطقة العليا يكون الكثير من مجزيات جوّ الأرض وذراته قد أصبحت مؤينة، أي إنّها تحمل إما شحنة كهربائية إيجابية أو شحنة كهربائية سلبية. ويختلف تركيب طبقات الجوّ العليا عن تركيب الطبقة القريبة من سطح الأرض. ففي الستراتوسفير والميزوسفير، تحدث تفاعلات كيميائية بين الجزيئات المختلفة. ويتشكّل الأوزون، وهو جزئي يحتوي على ثلاث ذرات من الأكسجين (ويحتوي جزئيء الأكسجين الذي تننفسه الحيوانات على ذرتين فقط). وتشمل جزيئات أخرى تراكفات مختلفة من ذرات النتروجين والأكسجين. ويتألف الجوّ في الطبقات المرتفعة أكثر من النتروجين بشكل شبه كامل، وفي الطبقات الأعلى منها أيضاً من الأكسجين بشكل شبه كامل. وفي أطراف الغلاف الجويّ، يطغى غازا الهيليوم والهيدروجين الخفيفان.

حقل الأرض المغنطيسي

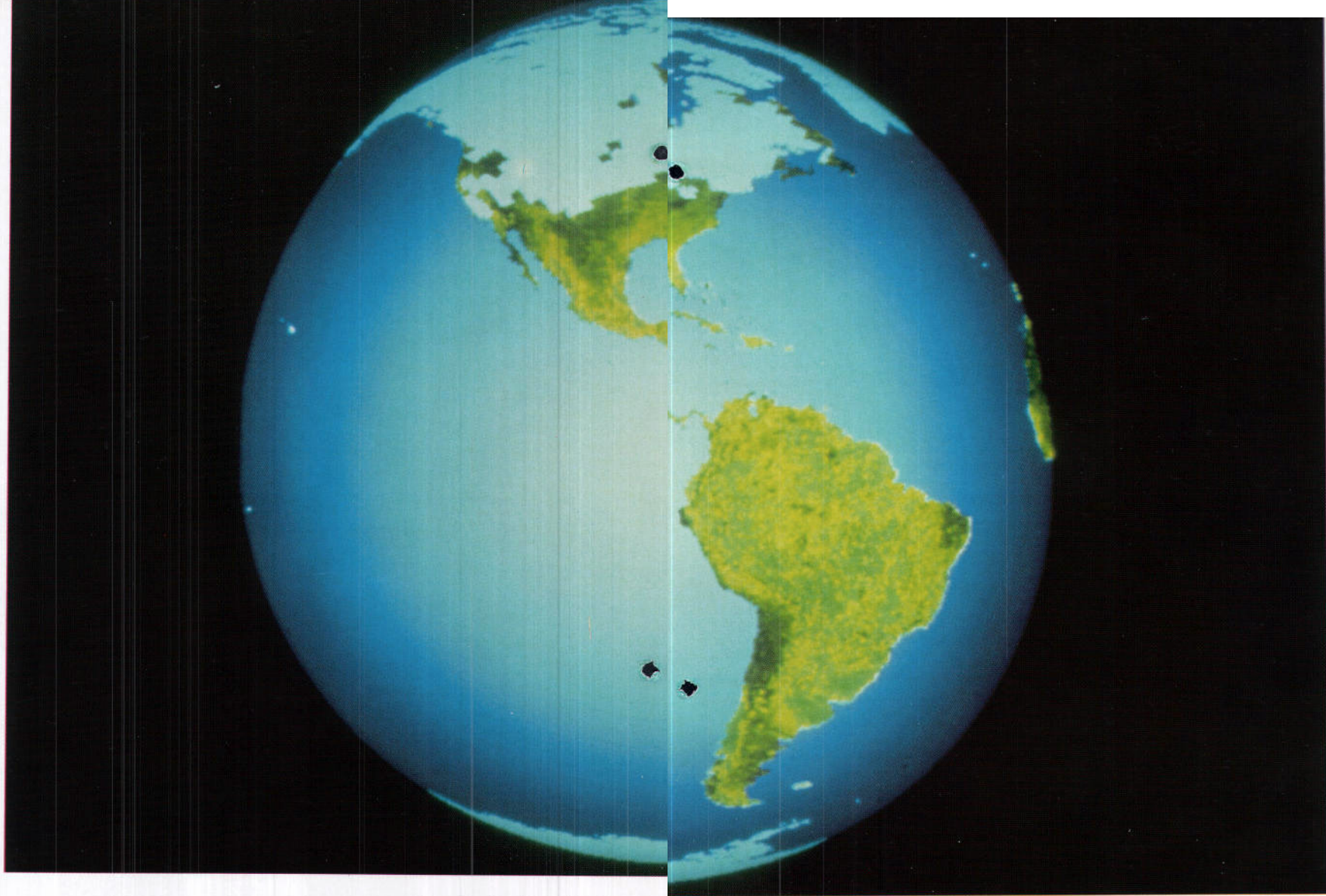
يقول العلماء إنّ هناك حدّاً آخر غير الغلاف الجويّ يفصل محيط الأرض عن محيط الفضاء. ويُعرف هذا الحدّ بالمغنتوبوز. وهو الحدّ الفاصل بين المنطقة من الفضاء التي يسيطر عليها حقل الأرض المغنطيسيّ، والتي تُعرف بالمغنتوسفير، والفضاء بين الكواكب حيث تطفئ الشمس على الحقول المغنطيسية.

تتميّز الأرض بحقل مغنطيسيّ قويّ، وهي أشبه ما تكون بقضيب مغنطيسي هائل. وتعمل البوصلة المغنطيسية المستعملة لتحديد الاتجاه على سطح الأرض، بسبب وجود هذا الحقل المغنطيسيّ. ويمتدّ هذا الحقل المغنطيسيّ إلى مسافة بعيدة جداً في الفضاء.

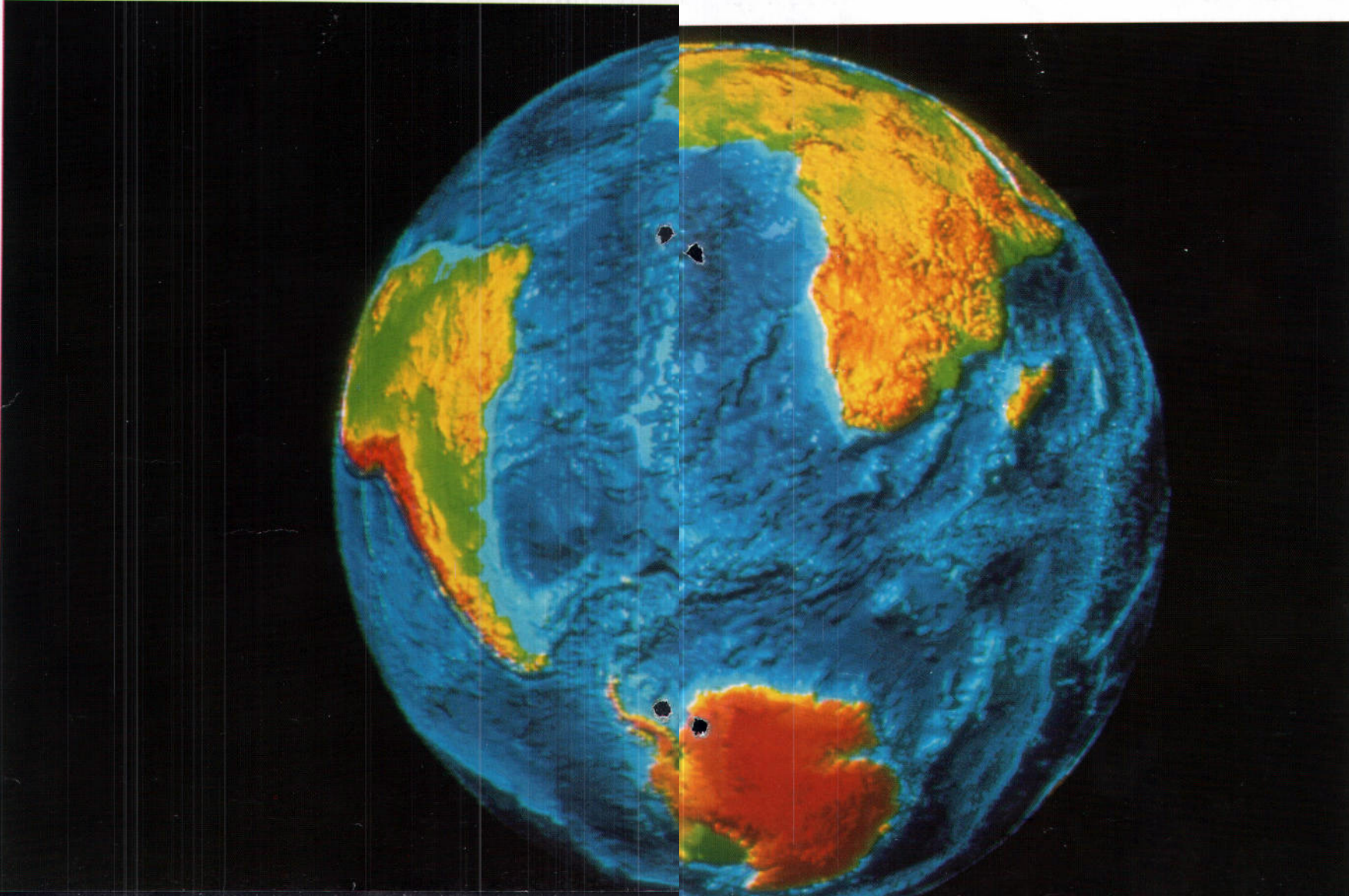
يسلّط حقل الأرض المغنطيسيّ قوة على أي جسمٍ مشحون كهربائياً يمرّ عبره. ويبدو أنّ هناك «ريحاً» مطردة من الجسيمات المشحونة تنطلق من الشمس.

تنحرف الريح الشمسية قرب الأرض بسبب حقل الأرض المغنطيسيّ. وفي هذا التفاعل، يُضغَط حقل الأرض المغنطيسيّ إلى الداخل في الجهة المقابلة للشمس، ويُجذب على شكل ذيل طويل في الجهة البعيدة عن الشمس.

في الغلاف المغنطيسيّ، يدور حشد من الجسيمات المشحونة في أحزمة عريضة هائلة حول الأرض. وتكون حركة هذه الجسيمات منتظمة لأنّها خاضعة لسيطرة الحقل المغنطيسيّ الثابت نسبياً. وقد شكّل اكتشاف هذه الأحزمة الإشعاعية بواسطة أول قمر



الكرة الأرضية بالألوان الرقمية، صورة من الفضاء



صورة طوبوغرافية للأرض والمياه المحيطة بها، أُخذت من إحدى المركبات الفضائية

صناعي أميركي، «أكسيلور ١»، أحد المنجزات الأولى لعصر الفضاء.

وترتحل الجسيمات المشحونة داخل الأحزمة الإشعاعية وفق نمط لولبيّ معقّد. وتتحرك جيئة وذهاباً من الشمال إلى الجنوب، بينما تدور المجموعة كلها ببطء حول الأرض.

وعندما يكون حقل الشمس المغنطيسيّ قوياً جداً، ينضغط الغلاف المغنطيسيّ. وتُدفع أحزمة الجسيمات العالقة بحيث تقترب من الأرض. ولا يزال العلماء غير متأكّدين من سبب تشكّل الشفق القطبيّ الشمالي والشفق القطبيّ الجنوبيّ. ويقول أحد التفسيرات المقدّمة إنّّه عندما تُدفع الجسيمات العالقة إلى الأسفل فتدخل في جوّ الأرض، تصطدم بالجسيمات الموجودة في الجوّ، ويجري تبادل كمية كبيرة من الطاقة. تتحوّل هذه الطاقة إلى ضوء يشكّل الشفق القطبيّ المشهديّ.

الصخور والمعادن

كثيراً ما يُشار إلى الأرض بعبارة الكرة الصخرية. وتتكوّن الصخور فوق سطح الأرض وتحتّه، في ظلّ مجموعة كبيرة من الشروط الفيزيائية والكيميائية.

تتألف جميع الصخور من المعادن. وتكون المعادن في بعض الصخور عناصر كيميائية بسيطة مثل الذهب والنحاس. لكنّ المعادن الموجودة في معظم الصخور هي مركّبات من عدّة عناصر، لها تركيب كيميائيّ محدّد وبنية محدّدة. ويشكّل معظم المعادن أجساماً بلورية. ويتّصف كلّ بلور بشكل وبنية يميّزين يحدّدهما نوع ذراته وترتيبها.

الصخور البركانية: هي الصخور الأوتية في قشرة الأرض. ويتكوّن معظم الأنواع الأخرى من الصخور الموجودة على الأرض انطلافاً من الصخور البركانية. والصخر البركاني هو صخر متشكّل من تصلّب المادة الصخرية المصهورة. وتُعرف المادة الصخرية المصهورة الموجودة تحت سطح الأرض بالصفهارة؛ في حين أنّ الصهارة التي تُدفع إلى السطح خلال نشاط بركانيّ تُعرف بالحلم أو اللابة.

يمكن أن تبرد الصهارة تحت سطح الأرض ببطء. وعندما يحدث هذا، تزداد المعادن ببطء ويمكن أن تصل إلى حجم كبير نسبياً. وتؤدّي عملية الابتعاد البطيئة إلى تكوين صخور خشنة الحبيبات مثل الجرانيت أو الصخر الجوفيّ القاعديّ. ويتوقّف نوع الصخر الناتج عن هذه العملية على المواد الكيميائية الموجودة في الصهارة. ويمكن تمييز كلّ نوع، وفقاً لتركيبه المعدنيّ الخاصّ.

تبرد الصهارة القريبة من السطح بسرعة أكبر، فلا تسمح بتكوين كتل كبيرة من المعادن. وتتكوّن بالتالي صخور ناعمة الحبيبات شبيهة من حيث التركيب بالصخور الخشنة الحبيبات. ويوازي الزئوليت^(١) الناعم الحبيبات الجرانيت^(٢) الخشن الحبيبات، بينما يوازي الزئولت^(٣) الناعم الحبيبات الصخر الجوفيّ القاعديّ.

ويبرد بعض المواد التي تقذفها البراكين بسرعة كبيرة، حتّى أنّها تجمد قبل أن تصل إلى الأرض. تبرد سيول الحمم بسرعة كبيرة؛ وغالباً ما تُختبَر في داخلها فقائيع من الغاز. وعندما تجمد هذه الحمم،

تكون خفيفة الوزن ومسامية؛ ويتكوّن الحفّاف بهذه الطريقة بالتحديد. ويتكوّن الشبّنج، وهو زجاج طبيعيّ، من الحمم أيضاً.

الصخور المتحوّلة: تتشكّل الصخور المتحوّلة، عندما تغيّر الحرارة والضغط تركيب وبنية الصخر الأصليين. وتكون الحرارة في عمق قشرة الأرض أعلى بكثير من الحرارة قرب سطح الأرض. ويتعرّض الصخر الحارّ في عمق القشرة، إلى الضغط من وزن القشرة التي تعلوه ومن الحركات الجانبية التي تحدث في القشرة. وفي بعض الحالات، تؤثر أيضاً السوائل والغازات في الصخر لتحويله.

تؤدّي هذه القوى إلى تحويل حجر الكلس، وهو صخر رسوبيّ، إلى رخام. وعند تعرّض الحبيبات المعدنية في الطُفّل الصفّحيّ إلى الضغط، تتراكم في اتجاهات جديدة لتشكيل الأردواز، وهو صخر متحوّل. وعند استمرار الضغط يتحوّل الأردواز بدوره إلى فيليت Phyllite ثم إلى شِست، وهو صخر مختلف جدّاً في مظهره وتركيبه وبنيته عن الطُفّل الصفّحيّ الأصلي. ويقلّ الكوارتزيت، أحد أقدسّ الصخور وأكثرها تراضاً، الشكل المتحوّل من الحجر الرمليّ الحبيبيّ الطريّ نسبياً.

الصخور الرسوبية: تغطّي الصخور الرسوبية قسماً كبيراً من سطح الأرض، لكنّها كثيراً ما تكون محجوبة تحت طبقة رقيقة من التربة. وتُقسم الصخور الرسوبية عملياً إلى مجموعتين كبيرتين: الصخور الرِضيخية والصخور البَلّورية. تتألف الصخور الرِضيخية من جسيمات بأحجام مختلفة. وتتألف الصخور البَلّورية من معادن ترسّبت من محاليل.

تنقل الجداول والأنهار جسيمات الصخر المنحثة من المناطق المكشوفة، مثل الجبال، وتفرغها في البحر. وتستقرّ هذه الجسيمات ببطء على قاع البحر على شكل غرين (طمي) أو صلصال. وترسّبت الجسيمات الأكبر منها، مثل الرمال، قرب الشاطئ؛ وتستقرّ الحصى عند خطّ الشاطئ. ومع تراكم هذه المواد ببطء طوال فترات طويلة من الزمن، يُطرّد الماء من بين الجسيمات. وقد يحدث أن تشدّ موادّ مُلصقة محلولة في الماء - مثل كربونات الكلسيوم والسيليكا وأكسيد الحديد - الجسيمات بعضها إلى بعض.

تُلتصق الحصى القريبة من الشاطئ لتشكيل كتلة مرصوفة. ومع الابتعاد قليلاً عن الشاطئ، يتشكّل الطُفّل الصفّحيّ. وفي عرض البحر، يتكوّن حجر الكلس من كربونات الكلسيوم وأصداف الحيوانات البحرية الميتة.

ويمكن أن تتكوّن الصخور البَلّورية في بحار داخلية ضحلة مغلقة تماماً، أو متصلة بالبحر المفتوح عبر مضائق محدودة. وفي مثل هذه الحالات، قد يتبخّر البحر ببطء، مخلفاً وراءه مركّبات تشكّل صخوراً رسوبية مثل الجبس (جبس) والملح الصخريّ.

ويستطيع الجيولوجيون إعادة خلق الجغرافيا القديمة لمنطقة معيّنة وبيئتها الماضية عن طريق دراسة توزيع صخورها الرسوبية. وتوجد الأحافير بمجملها تقريباً في الصخور الرسوبية. وتسجل هذه الأحافير تاريخ الحياة على الأرض. وتحتوي أيضاً الصخور الرسوبية على موارد معدنية مثل الفحم.

(١) الزئوليت: الشكل الحميّ من الجرانيت.

(٢) الجرانيت: صخر داخليّ المنشأ طاهر التبلّر، يتألف أساساً من الكوارتز ومعادن أخرى.

(٣) الزئولت: حجر قاسٍ ذاكن بركانيّ الأصل.

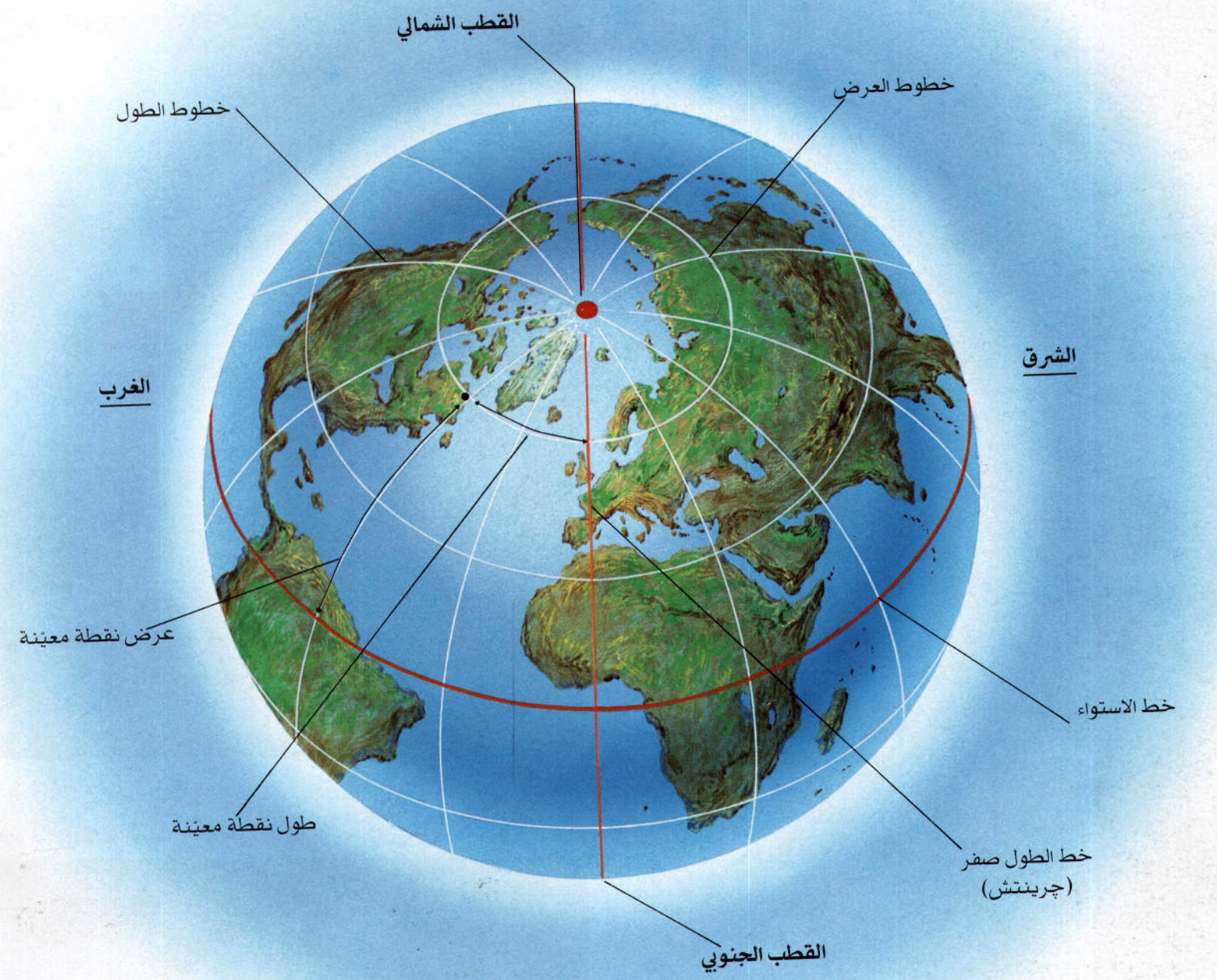
OLD ROYAL OBSERVATORY



THE SHEPHERD 24-HOUR GATE CLOCK
This clock was the original time-keeping instrument used by the Ordnance Survey at the Old Royal Observatory. It was made by Shepherd of Leadenhall, London, and is a fine example of the work of the famous clockmaker.

THE 19TH ARMY
MEAN SEA LEVEL
AT NEWLYN
19150 FT.

ORDNANCE SURVEY
BENCH MARK
This mark was used by the Ordnance Survey as a point of reference for their measurements. It is a small, white, cylindrical object, and is one of many such marks that were placed all over the country.



إلى اليسار، مرصد جرينتش الشهير: خط الطول الرئيسي هو خط طول صفر، نقطة البداية لقياس المسافة شرقاً وغرباً حول الكرة الأرضية. يمكن أن يستخدم أي خط طول كخط الطول الرئيسي. غالباً ما نشرت الدول خرائط وجدول بيانية كان خط الطول المعتمد فيها دائرة خط الطول المازة عبر عواصمها. في مؤتمر دولي في العام ١٨٨٤، اتفق على أن دائرة خط الطول المازة عبر جرينتش Greenwich، في إنجلترا، تصلح كخط الطول الرئيسي. لقد أصبح هذا المقياس دولياً.

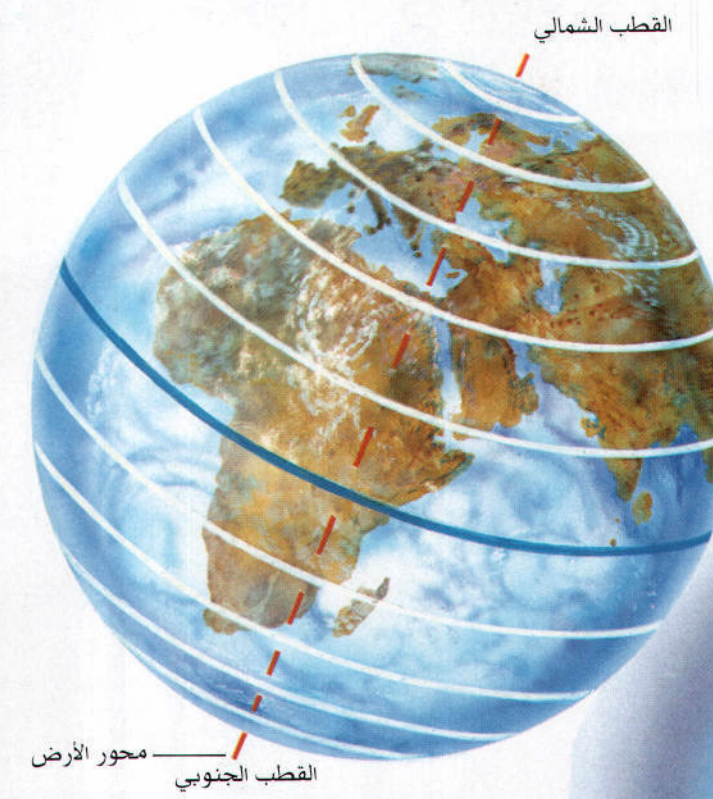
تعرف خطوط الطول، التي تلتقي عند القطبين، بخطوط الهاجرة Meridians. ويعرف الخط الذي يمر بجرينتش في إنجلترا، عالمياً، بخط الطول صفر أو خط الهاجرة الأصلية. تقاس مسافة نقطة ما وفقاً لخطوط الطول، بالدرجات التي تفصل هذه النقطة عن خط الهاجرة الأصلية إلى الشرق وإلى الغرب. هذا يعني أن نصف الأرض يقاس بدرجات طول تصل إلى ١٨٠ شرقاً ونصفها الآخر بدرجات طول تصل إلى ١٨٠ غرباً. يتوقف طول درجة خط الطول على

نقطة الإنطلاق لقياس المواقع وفقاً لخطوط العرض. ويقع القطب الشمالي على خط العرض ٩٠ شمالاً والقطب الجنوبي على ٩٠ جنوباً. وتمثل المسافة التي تفصل أي نقطة بين القطبين عن الإستواء، بوضع درجات شمالاً أو جنوباً بين صفر و ٩٠ وتغطي كل درجة حوالي ١١١ كم. يشكل كل خط عرض دائرة وهمية حول الأرض. ولأن هذه الدوائر موازية لخط الإستواء تستوى الخطوط المتوازية. كلما ابتعدت الدوائر عن خط الإستواء كلما صغر حجمها، لتصبح عند القطبين مجرد نقطتين. يحدد خط العرض المسافة شمال خط الإستواء أو جنوبه، ويحدد خط الطول المسافة شرق خط الهاجرة الأصلية أو غربه. وتقاس خطوط الطول وخطوط العرض على أساس الـ ٣٦٠ التي تؤلف الدائرة. تتقاطع خطوط العرض والطول الوهمية في ما بينها، مشكلة شبكة تغطي الأرض وتساعدنا على تحديد المواقع على سطحها. يشكل خط الإستواء خط العرض صفر، وهو

خطوط العرض وخطوط الطول

المحور

المحور هو خط غير مرئي يدور حوله جسم ما. على سبيل المثال، إن كل كوكب في نظامنا الشمسي يدور حول محور خاص به. تتميز محاور عطار و الزهرة والمشتري بأنها متعامدة مع مستويات مداراتها. أما محاور الكواكب الأخرى فمائلة بدرجات مختلفة. يميل محور الأرض عن الخط المتعامد مع مستوى مدار الكوكب ٢٣ درجة ونصف درجة تقريباً. نظراً إلى أن الأرض تميل دائماً في الاتجاه نفسه أثناء دورانها حول الشمس، فإن أشعة الشمس العمودية تضرب أماكن مختلفة من حيث العرض الجغرافي في أوقات مختلفة من السنة. وتتحرك هذه الأشعة العمودية بين مدار السرطان ومدار الجدي. ونتيجة لهذه الظاهرة، تبدو الشمس كأنها تتبع نمطاً سنوياً في السماء، فتتحرك في اتجاه الشمال والجنوب.



لحركة عقارب الساعة) في ٣٦٥ يوماً و٦ ساعات (السنة الشمسية). أثناء دوران الأرض حول الشمس، يبقى محور ميلها بالنسبة إلى مستوى المدار هو نفسه، أي ٦٦° و ٣٣°، الأمر الذي يؤدي إلى تتابع الفصول الأربعة.

المنطقة الإستوائية

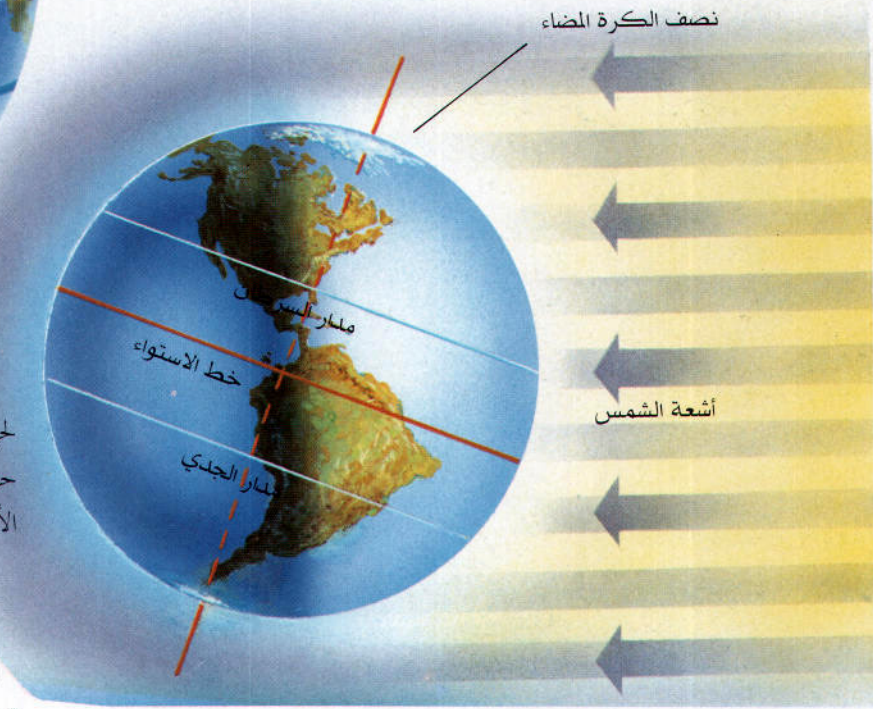
يعرف خط العرض الواقع على ٢٣ درجة ونصف درجة تقريباً شمال خط الاستواء بمدار السرطان. ويعرف خط العرض الواقع على ٢٣ درجة ونصف درجة جنوب خط الاستواء بمدار الجدي.

تستعمل عبارة «المنطقة الإستوائية» (وهي في الواقع المنطقة البيمدرية)، في معظم الأحوال، للدلالة على المنطقة الواقعة بين خطي العرض المذكورين. تضم المنطقة الإستوائية ٣٦٪ من اليابسة، وتغطي أجزاء من أميركا الشمالية وأميركا الجنوبية وأفريقيا وآسيا وأستراليا. أما المناطق شبه الإستوائية فهي الواقعة بين ٣٢ درجة ونصف درجة و ٤٠ درجة تقريباً شمال خط الاستواء وجنوبه.

تتميز «المنطقة الإستوائية» عموماً بمناخ دافئ على مدار السنة. ويراوح المعدل الشهري لدرجات الحرارة بين ٢٥° و ٢٨° مئوية. وتأتي درجات الحرارة المرتفعة نتيجة موقع المنطقة الإستوائية على الأرض أثناء دورانها حول الشمس. فهذه المنطقة تتلقى أشعة الشمس المباشرة أكثر من أية منطقة أخرى على الأرض.

بخلاف درجات الحرارة، تختلف كمية المطر إلى حد بعيد من مكان إلى آخر في «المنطقة الإستوائية». فبعض الأماكن تشهد مناخاً إستوائياً رطباً، تنمو فيه غابات المطر التي تضم مجموعة كبيرة ومتنوعة من النبات والحيوان. وتخضع أماكن أخرى في «المنطقة الإستوائية» لمناخ مداري رطب وجاف، يؤدي إلى بروز ثلاثة فصول رئيسية: فصل معتدل البرودة وجاف، فصل حار وجاف، وفصل حار ورطب. وتعتمد الحياة في هذه الأجزاء من «المنطقة الإستوائية» على أمطار الفصل الرطب.

يعيش نحو ثلث سكان العالم في «المنطقة الإستوائية»، وهي المنطقة الواقعة بين خطي العرض المعروفين بمدار السرطان ومدار الجدي.



يقع القطبان الشمالي والجنوبي عند طرفي محور دوران الأرض. تدور الأرض من الغرب إلى الشرق، وتقوم بدورة كاملة حول محورها في ٢٤ ساعة تقريباً. أثناء دوران الأرض حول الشمس، يبقى الكوكب مائلاً في الاتجاه نفسه. وتالياً، فإن أشعة الشمس العمودية تضرب خطوط عرض مختلفة على سطح الأرض مع دوران الكوكب حول الشمس. في الأيام التي يحدث خلالها اعتدال، تكون الأرض في نقطة تقاطع مستوى خط الاستواء ومستوى مدار الأرض، فتضرب أشعة الشمس العمودية خط الاستواء. أما في أيام الانقلاب، فتبلغ أشعة الشمس العمودية أقصى نقاط ممكنة شمالاً وجنوباً. عند الظهر في يوم انقلاب حزيران، تظهر الشمس فوق مدار السرطان مباشرة. وعند الظهر في يوم انقلاب كانون الأول، تظهر الشمس فوق مدار الجدي مباشرة.

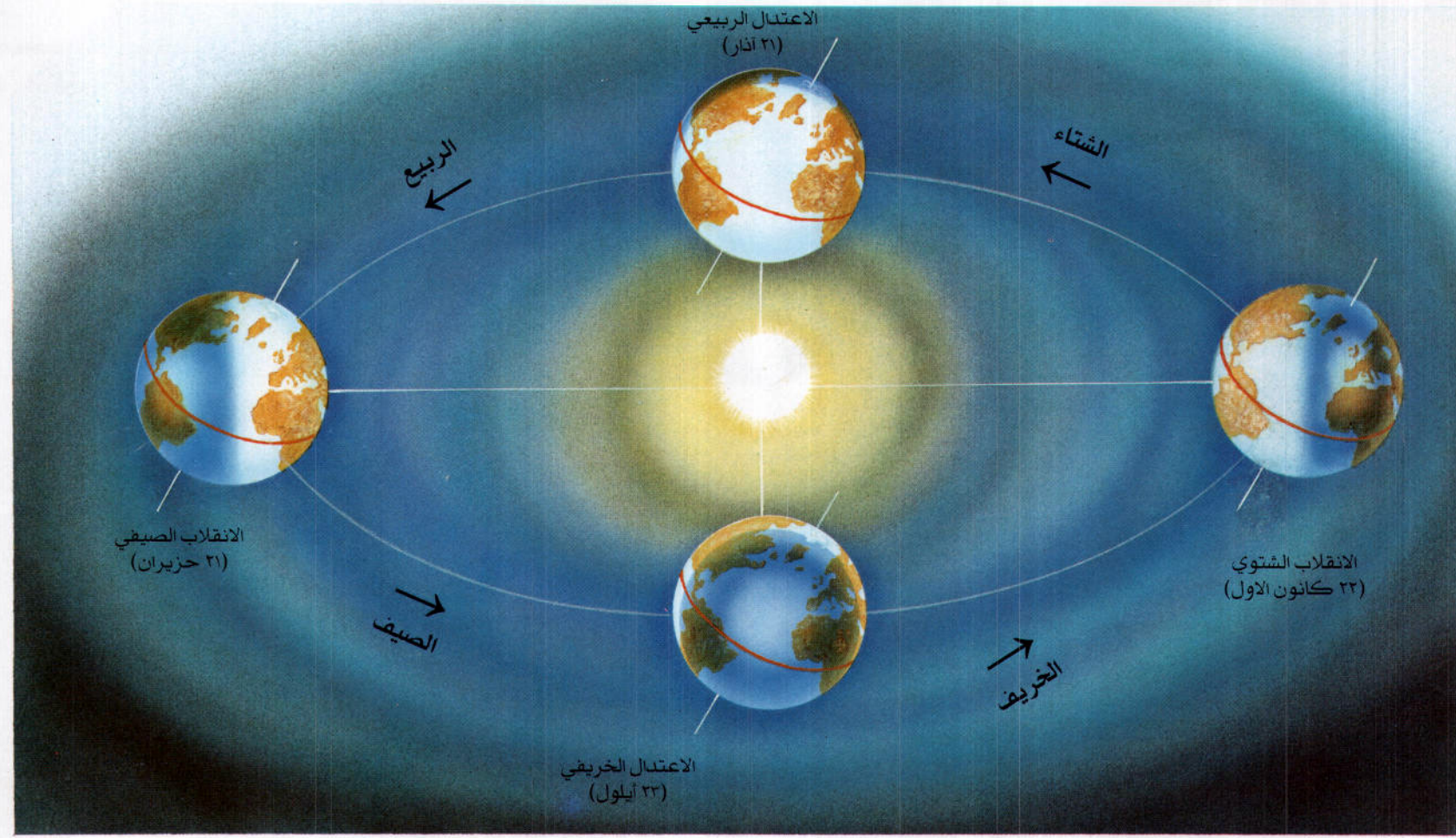
دوران الأرض حول نفسها

أثناء دوران الأرض حول الشمس، يدور كوكبنا أيضاً حول محوره. والمحور خط وهمي يمتد بين القطبين مروراً بمركز الأرض. تستغرق الدورة الكاملة حول المحور ٢٤ ساعة تقريباً.

يدور القمر والكواكب والنجوم حول محاورها، لكن بسرعات مختلفة. تساوي دورة واحدة حول المحور يوماً كوكبياً واحداً، وتساوي دورة كاملة حول الشمس سنة كوكبية واحدة.

حركة دوران الأرض حول الشمس

إضافة إلى دورانها حول محورها، تدور الأرض أيضاً حول الشمس (في اتجاه مخالف



الفصول الأربعة في نصف الكرة الشمالي

يزيخان غرباً ببطء شديد، حوالي درجة واحدة كل ٧٠ سنة. وتنتج حركة نقطتي الاعتدال التدريجية، المعروفة بمبادرة الإعتدالين، عن تغيير طفيف في اتجاه محور دوران الأرض. ويأتي التغيير في الاتجاه بشكل رئيسي، من قوة الجذب التي يمارسها القمر والشمس على المنطقة الإستوائية المنتفخة من الأرض.

الفصول

الفصول هي فترات من السنة تتميز عن بعضها بشروط مناخية خاصة. يتوالى الربيع والصيف والخريف والشتاء بشكل منتظم، ويتميز كل فصل بخصائصه وحرارته وأنماطه المناخية الخاصة التي تتكرر سنوياً. إن الفصول في نصف الكرة الشمالي معاكسة للفصول في نصف الكرة الجنوبي، ولا تشهد كل مناطق الأرض أربعة فصول متميزة.

تتغير الفصول لأن الأرض تدور حول الشمس وهي مائلة على محورها. وهكذا، فإن مستوى خط الاستواء يكون مائلاً بالنسبة إلى مستوى مدار الأرض. ونظراً إلى أن الأرض مائلة دائماً في الاتجاه نفسه، يتغير العرض الجغرافي الذي تظهر الشمس فوقه مباشرة عند الظهر مع دوران الأرض حول الشمس.

تبدو الشمس كأنها تتبع نمطاً سنوياً من الحركة في السماء في اتجاه الشمال والجنوب. لو أن المستوى الإستوائي والمستوى المداري كانا متطابقين لظهرت الشمس دائماً عند الظهر فوق خط الاستواء مباشرة ولما تبدلت الفصول. لكن، نظراً إلى أن المستويين يميلان الواحد بالنسبة إلى الآخر ٢٣° ونصف درجة تقريباً، فإن العرض الجغرافي الذي تظهر فوقه الشمس مباشرة عند

الاعتدال

الاعتدال هو أي من اليومين في السنة اللذين تكون فيهما الشمس فوق خط استواء الأرض مباشرة. وفي هذه الأوقات، يتساوى تقريباً الليل والنهار في جميع أنحاء الأرض.

ويحدث الإعتدالان في ٢٠ أو ٢١ آذار، وفي ٢٢ أو ٢٣ أيلول. وفي نصف الكرة الشمالي، يعلن اعتدال آخر بداية فصل الربيع، فيعرف عادة بالاعتدال الربيعي. ويُعرف موقع الاعتدال الربيعي بأول نقطة من الحمل. ويشكل اعتدال أيلول بداية فصل الخريف، ويُعرف عادة بالاعتدال الخريفي. وتنعكس الفصول في نصف الكرة الجنوبي.

وتكون الفترة الزمنية الممتدة من اعتدال آذار إلى اعتدال أيلول، أطول من الفترة الممتدة من اعتدال أيلول إلى اعتدال آذار التالي. وينتج هذا الفارق الزمني عن مدار الأرض الإهليلجي (البيضاوي الشكل) حول الشمس. فالأرض تسير بسرعة أكبر في مدارها عندما تكون أقرب إلى الشمس. وتكون المسافة بين الأرض والشمس الأقصر على الإطلاق، في شهر كانون الثاني. وبالتالي، فإن الأرض تنجز نصف الدائرة من اعتدال أيلول إلى اعتدال آذار، بسرعة أكبر مما تقطع نصف الدائرة المقابل.

ويستعمل الفلكيون كلمة اعتدال أيضاً لكل من النقطتين الوهميتين التي يقطع فيهما مسار الشمس الظاهري بين النجوم، خط الاستواء السماوي. وخط الاستواء السماوي هو خط وهمي في السماء يمتد فوق خط استواء الأرض مباشرة.

ولا يبقى موقعاً نقطتي الاعتدال على حالهما من سنة إلى أخرى. فإنهما



التساقط

التساقط كلمة تشمل جميع الأشكال التي يتساقط الماء فيها إلى الأرض من الجو. أنواع التساقط الرئيسية هي المطر، الثلج، جمد المطر^(١)، والبرد. يمدّ التساقط بأسباب الحياة، ويلعب التوزيع والكمية اللذان تتلقاها منطقة ماء، دوراً رئيسياً في تحديد ما يمكنه أن يبقى حياً هناك. على الرغم من ذلك، يمكن أن يكون التساقط مؤذياً أيضاً؛ فبإمكان عاصفة مصحوبة بالبرد مثلاً، أن تدمر محاصيل تساوي الملايين من الدولارات خلال دقائق معدودة. ويمكن أن تؤدي كثرة المطر إلى إحداث فيضانات مدمرة، كذلك التي ضربت بنجلادش في العام ١٩٨٨.

يهطل الكثير من تساقط العالم على المحيط، ولا يتوزّع ما يسقط على الأرض بشكل متساو. بالكاد يمكن قياس التساقط في صحراء اتاكاما في التشيلي، إحدى أجفّ الأماكن على الأرض؛ إن معدل هطول المطر السنوي في بلدة أريكا هناك هو ٠.٥ سنتيمترات. يتلقى جبل وباليال في جزر هاواي، الذي يعتبر أكثر المناطق رطوبة على الأرض، حوالي ١٠,٢٠٠ سنتم من المطر في السنة.

عندما يرتفع الهواء، يهطل التساقط

يهطل التساقط من الغيوم. تتشكّل الغيوم والهطولات عندما يرتفع الهواء الدافئ الرطب إلى أماكن أبعد من الجو. مع برود الهواء، تنقص قدرته على حفظ بخار الماء إلى الدرجة التي يصبح فيها مشبعاً. تتسبب زيادة البرد في تحويل البخار إلى ماء أو جليد. لارتفاع الهواء، ثلاثة أسباب رئيسية: تحركات جبهات الطقس، سريان الحرارة^(٢)، والرفع التضاريسي. عندما تصطدم جبهة هوائية باردة بأخرى دافئة، يُدفع الهواء الدافئ فوق الهواء البارد الأثقل. إن الغيوم هي التي تتشكّل وتجلب التساقط الذي يمكن أن يدوم ليوم أو أكثر. بالمقارنة، فإنّ سريان الحرارة غالباً ما يحدث تساقطاً وحيزاً ولكنه قويّ وحتى شديد، كالأعاصير العذرية والعواصف الرعدية؛ ويحدث سريان الحرارة هذا في الأيام المشمسة. تُدفع الشمس الأرض، التي بدورها تُدفع الهواء فوق. يصبح جزء من الهواء أخفّ عندما يسخن، وبذلك يرتفع بشكل أعلى إلى الفضاء؛ خلال ارتفاعه، يتوسّع ويبرد. إذا ارتفع الهواء وبرد بما فيه الكفاية، يصل حينها إلى نقطة التشبع.

يحصل الرفع التضاريسي عندما تواجه كتلة هواء متحركة عائقاً جغرافياً، كالجبل مثلاً. مع اندفاع كتلة الهواء صعوداً إلى الجبل، مكتسبة ارتفاعاً في طريقها، فإنّها تبرد إلى نقطة التشبع. تتشكّل حينها الغيوم، ويبدأ التساقط مع استمرار الهواء في الارتفاع. يتلقى الجانب الذي تهبّ منه الرياح لغالبية الجبال، هطولات أكثر من الجانب الذي تهبّ نحوه الرياح نتيجة للرفع التضاريسي. عندما تتحرك كتلة الهواء نزولاً إلى الجانب الآخر من الجبل، تدفأ ثانية، منقصة بذلك إمكانية هطول المطر. هكذا، فإنّ جانب الجبل الذي تهبّ نحوه الرياح، ذلك

(١) جمد المطر: خليط من المطر والبرد.

(٢) سريان الحرارة: انتقال الحرارة بدوران الدورات الغازية الساخنة.

(٣) ظلّ المطر: منطقة المنحدرات، وهي قليلة المطر جداً بالنسبة للمنحدرات المواجهة للرياح السائدة.

الظهر يتغيّر على مدار السنة بين ٢٣° ونصف درجة شمالاً، أي مدار السرطان، و٢٣° ونصف درجة جنوباً، أي مدار الجدي.

تبعاً لعصور من الأعراف والتقاليد، يقسم الفلكيون السنة إلى فصول وفقاً للإعتدالين الربيعي والخريفي والإنقلابين الصيفي والشتائي. يحدث الإعتدالان عندما تبلغ الأرض في مدارها النقطتين اللتين يتقاطع عندهما المستوى الإستوائي والمستوى المداري، ما يؤدي إلى ظهور الشمس فوق الإستواء مباشرة وقت الظهر. أثناء الإعتدالين، يكون النهار والليل متساويين تقريباً في كلّ أنحاء العالم. يحدث أحد الإعتدالين في حدود ٢١ آذار. وفي نصف الكرة الشمالي، يمثّل هذا التاريخ الإعتدال الربيعي. أمّا في نصف الكرة الجنوبي فهو الإعتدال الخريفي. ويحدث الإعتدال الثاني في حدود ٢٣ أيلول وهو يمثّل الإعتدال الخريفي في نصف الكرة الشمالي والإعتدال الربيعي في نصف الكرة الجنوبي.

يحدث الإنقلابان في النقطتين من مدار الأرض اللتين تبلغ عندهما أشعة الشمس العمودية أقصى عرض جغرافي ممكن شمالاً وجنوباً. إنّ الانقلاب الذي يحدث تقريباً في ٢٢ حزيران هو الانقلاب الصيفي في نصف الكرة الشمالي والإنقلاب الشتائي في نصف الكرة الجنوبي. تضرب أشعة الشمس العمودية مدار السرطان، ويشهد نصف الكرة الشمالي أطول فترة من ضوء النهار. حوالي ٢٢ كانون الأول، يحدث الانقلاب الآخر، وتضرب أشعة الشمس العمودية مدار الجدي. إنّه الانقلاب الشتائي في نصف الكرة الشمالي والإنقلاب الصيفي في نصف الكرة الجنوبي.

تتغيّر الشروط المناخية التي تميّز فصلاً عن الآخر في أوقات مختلفة من مكان إلى آخر وهي غير مرتبطة بالأيام التي يحدث فيها الإنقلابان والإعتدالان. على سبيل المثال، إنّ أزهار الربيع تظهر وتخفي في ساقانا، من ولاية جورجيا الأميركية، قبل ذوبان الجليد في مينيابوليس، من ولاية مينيسوتا، بوقت طويل. وقد تسجّل درجات الحرارة الأشدّ ارتفاعاً أو الأكثر انخفاضاً بعد الانقلاب بأسابيع عدّة. إنّ التغيّرات المناخية الفصلية عائدة جزئياً إلى ميل الأرض، الذي يؤدي إلى اختلاف مدّة النهار وزاوية أشعة الشمس عند كلّ عرض جغرافي على مدار السنة. وتساهم أنماط الرياح والتضاريس وغيرها من العوامل في تحديد الشروط المناخية الفصلية.

تشهد المناطق المتوسطة البعد عن خطّ الإستواء أكبر قدر من التغيّرات المناخية الفصلية. أمّا في المناطق القريبة من خطّ الإستواء، وخصوصاً في جوار الإستواء، فالتغيّرات الفصلية ضئيلة جداً. إنّ زاوية أشعة الشمس في هذه المناطق هي أكثر استقامة، طوال أيام السنة، من زاوية أشعة الشمس في المناطق البعيدة عن خطّ الإستواء. وتساهم استقامة أشعة الشمس في تسجيل درجات حرارة يومية مرتفعة لا تتغيّر إلّا قليلاً على مدار السنة. في المناطق المدارية، قد تختلف الفصول من حيث كمية المطر، وهو وضع مرتبط بموقع الأرض بالنسبة إلى الشمس. وتختلف كمية المطر إلى حدّ بعيد في بعض أجزاء المناطق المدارية الأبعد عن خطّ الإستواء، فلا نجد سوى فصلين مناخيين فقط: فصل جاف وفصل رطب.

حول المناطق القطبية، تبقى زاوية أشعة الشمس مائلة طوال السنة. لذا، فإنّ

الربيع



الصيف



الخريف



الشتاء



درجات الحرارة اليومية قد تختلف إلى حدّ بعيد على مدار السنة، لكنّها تبقى عموماً أكثر انخفاضاً ممّا هي في معظم المناطق الأخرى من العالم. وتختلف كمية الضوء إلى حدّ بعيد بين الصيف والشتاء. فكلّ قطب يميل في اتجاه الشمس أثناء الربيع والصيف. وتالياً، فإنّ كلّ قطب يشهد ستة أشهر تقريباً من النهار، نظراً إلى أنّ الشمس لا تغيب وراء الأفق. أمّا في الخريف والشتاء، فيميل كلّ قطب بعيداً عن الشمس وتمرّ ستة أشهر تقريباً من الظلام لأنّ الشمس لا ترتفع أبداً فوق الأفق. بعيداً عن القطبين، يتضاءل الاختلاف بين النهار والليل.

يختبر الناس الذين يسكنون المناطق المعتدلة من الأرض أربعة فصول متميّزة. وتستجيب الكائنات الحيّة للتغيّرات الموسميّة في نور الشمس ودرجات الحرارة.

الجانب البعيد عن الرياح المسيطرة، غالباً ما يكون جافاً. تدعى هذه المساحة الجافة ظلّ المطر^(٣).

يشكّل الهواء المبرد إلى نقطة التشبع غيوماً عادة؛ ولكن، كما نعرف، فإنّها لا تمطر دائماً أو تتلخّج عندما تكون السماء غائمة. تتألّف الغيوم من قطرات ماء بالغة الصغر، أو من بلّورات جليد صغيرة جداً، ما يمنعها ان تسقط عبر الهواء المرتفع الذي شكّل الغيوم. ولكن وفق ظروف ملائمة، بإمكان هذه القطرات أو البلّورات أن تكبر وتسقط إلى الأرض.

في درجات الحرارة المتجمّدة، تتشكّل بلّورات الجليد على ذرات طليئة بالغة الصغر التي تعمل كنواة تجميد. باستثناء المناطق الاستوائية، حيث الجوّ شديد الحرارة، ما يمنع تشكّل الجليد، فإنّ غالبية التساقط يبدأ كبلّورات جليد.

يمرّ التساقط في مراحل متعدّدة. تدعى المرحلة الأولى التنبؤة؛ في هذه المرحلة، يتجمّع بخار الماء على نواة التكاثف ويشكّل قطرات ماء. قد تبدأ هذه العملية أيضاً مع التسامي، عندما يتحوّل بخار الماء

كميّة الأمطار السنوية



البرق

البرق هو شرارة كهربائية عملاقة تحدث في السماء. ويحدث معظم البرق الذي يراه الناس بين الغيوم والأرض. لكنّ البرق يحدث أيضاً داخل الغيمة نفسها، وبين الغيمة والهواء، وبين غيمتين. وعندما يحدث البرق في الجوّ، تنتشر طاقته الكهربائية في الهواء. ويمكن لهذه الطاقة أن تُلحق أضراراً بالطائرات التي تمرّ فيها، لكنها لا تتسبّب بأيّ أذى على الأرض. إلّا أنّ البرق الذي يضرب الأرض (الصاعقة) يمكن أن يتسبّب بزهق الأرواح أو بإشعال الحرائق.

ويتكوّن البرق الذي يضرب الأرض من تفريغ كهربائيّ (أو أكثر) يُعرف بالصاعقة. ويُعرف الضوء القويّ الذي نراه في وميض البرق بتفريغ العودة. ويتحرّك تفريغ العودة بسرعة تضاهي تقريباً سرعة الضوء، التي تبلغ ٢٩٩,٧٩٢ كيلومتراً في الثانية. ويعطي تفريغ العودة حوالى ١٠٠ مليون فولت من الكهرباء، ويسخّن الهواء الموجود في خطّ سيره إلى أكثر من ٣٣,٠٠٠ درجة مئوية. ويتمدّد الهواء المسخّن بفعل تفريغات العودة بسرعة كبيرة، فيخلق موجة من الضغط تُعرف بالرعد.

تختلف ومضات البرق من حيث الطول: لا يتجاوز طول وميض البرق الحاصل بين الغيمة والأرض أكثر من ١٤ كيلومتراً تقريباً، لكنّ طول وميض البرق الذي ينتقل

عبر الغيوم، جنباً إلى جنب، يمكن أن يتجاوز ١٤٠ كيلومتراً.

ظلّ البرق على مدى قرون أحد أكبر أسرار الطبيعة، ولا يزال حتّى اليوم غير مفهوم بشكل كامل. واعتقد الإغريق والرومان القدامى أنّ البرق أو الصاعقة هي سلاح الآلهة. وفي بعض المجتمعات الأفريقيّة، كان الأشخاص الذين ضربتهم الصاعقة يُعتَبَرون ملعونين، كذلك الأمّاكن. وحَتّى القرن الثامن عشر، اعتقد بعض الناس في أوروبا وأميركا أنّه بالإمكان إبعاد الصواعق عن طريق قرع أجراس الكنائس.

بدأت دراسة البرق والصواعق، بشكل جدّي، في القرن الثامن عشر. وفي العام ١٧٥٢، بيّن بنجامين فرانكلين أنّ البرق مكوّن من الكهرباء. ربط فرانكلين مفتاحاً معدنيّاً بذنب طائرة ورقيّة وطير الطائرة في عاصفة رعديّة. رفعت كهرباء الغيوم فولتيّة جبل الطائرة الورقيّة. وولّدت الفولتيّة المرتفعة شرارة قفزت من المفتاح إلى الأشياء على الأرض، ما أثبت أنّ الغيمة كانت مكهربة. تتّصف تجربة فرانكلين بالخطورة الشديدة، وقد توفيّ بعض الأشخاص الذين طيروا طائرات ورقيّة في العواصف بفعل الصدمة الكهربائيّة الناتجة عن البرق.

كيف يحدث البرق؟

إنّ كلّ ما يحيط بنا مؤلّف من الذرّات. ومع أنّ الذرّات تكون، عادة، متعادلة كهربائيّاً، فقد تصبح

الحيتان في صحراء أريزونا، صورة أُخذت عندما ضربت الصاعقة الأرض

إيجابيّة أو سلبية إذا ما خسرت أو كسبت عدداً من الإلكترونات.

وتجذب الشحنات الإيجابية والسلبية بعضها البعض. وعندما ترتحل عبر الهواء باتجاه بعضها البعض، تتشكّل تياراً كهربائيّاً يولّد شرارة. والبرق هو الشرارة التي تنتج عن الحركة السريعة للجسيمات المشحونة كهربائيّاً داخل سحب ركّاميّ مزنيّ (سحاب رعديّ)، أو بين هذا السحاب والأرض أو الهواء أو سحب آخر.

الغيوم المشحونة كهربائيّاً

أصبح العلماء اليوم يعلمون تماماً كيف تصبح السحب الركاميّة المزيّنة مشحونة كهربائيّاً. ويعتقد معظمهم أنّ الشحنة تنتج عن اصطدام قطّيرات الماء وبلّورات الثلج الخفيفة الصاعدة في الغيمة بالترّد وغيره من الجسيمات الثقيلة الساقطة. وعندما تصادم هذه الأجزاء من السحاب في ما بينها، تكتسب الجسيمات الثقيلة شحنة سلبية وتتخذ الجسيمات الخفيفة شحنة إيجابية. تنزل الجسيمات المشحونة سلبياً إلى قعر الغيمة ويصعد معظم الجسيمات المشحونة إيجابياً إلى أعلى الغيمة. ويحدث البرق عندما ترتحل الشحنات الإيجابية والسلبية المنفصلة باتجاه بعضها البعض (أو باتجاه شحنات مضادّة لها على الأرض)، ما يولّد شرارة كهربائيّة.

ويحدث أكثر أنواع البرق شيوعاً، وهو البرق داخل

الغيمة، عندما تتشكّل الشحنات داخل الغيمة شرارة كهربائيّة.

وتولّد الشحنات التي ترتحل بين الغيمة والهواء برقاً من الغيمة إلى الهواء، وتولّد الشحنات بين الغيمة والأرض برقاً، إمّا من الغيمة إلى الأرض، أو من الأرض إلى البرق، وفقاً للاتّجاه الذي ارتحلت فيه الشحنات في البداية. ومعظم البرق الذي يراه الناس هو برق من الغيمة إلى الأرض.

التفريغ

يبدأ أوّل تفريغ كهربائيّ للبرق من الغيمة إلى الأرض بفعل سلسلة موجهة ومتدرّجة تنقل عادة الشحنات السلبية من الغيمة إلى الأرض. ولا أحد يعلم تماماً كيف تبدأ السلسلة الموجهة والمتدرّجة. لكنّ الكثير من العلماء يعتقد أنّها تُطلق بفعل شرارة بين المناطق المشحونة إيجابياً والمناطق المشحونة سلبياً، قرب قاعدة الغيمة الرعديّة.

تتحرك السلسلة الموجهة والمتدرّجة باتجاه الأسفل في سلسلة من الدرجات، يبلغ طول كل واحدة منها حوالى ٤٦ متراً، وتدوم حوالى جزءاً من المليون من الثانية. ومع اقتراب السلسلة الموجهة والمتدرّجة من الأرض، تنطلق الشحنات الإيجابية الموجهة من الأشياء على الأرض مثل الأشجار والأبنية، وتصعد لمقابلة الشحنات السلبية. وتكون عادة الشحنة الموجهة الصاعدة من أعلى جسم في المنطقة، أوّل ما يصل إلى السلسلة الموجهة والمتدرّجة ويكمل الطريق بين الغيمة والأرض. وتكون الشحنة السلبية الأقرب إلى الأرض أوّل ما ينزل باتجاه الأرض، تليها الشحنات السلبية من الارتفاعات الأعلى ثمّ الأعلى. وهذه الحركة الصاعدة للتيّار هي ما يُعرف بتفريغ العودة. ويولّد تفريغ العودة الضوء الذي يراه الناس في وميض البرق، لكنّ التيّار يجري بسرعة كبيرة جداً بحيث أنّه لا يمكن رؤية حركته باتجاه الأعلى.

قد ينتهي وميض البرق بعد تفريغ عودة واحدة، ولكن في معظم الحالات تحمل قفزات موجهة، شبيهة بالسلاسل الموجهة والمتدرّجة، المزيد من الشحنات السلبية من الغيمة إلى المسار الرئيسيّ للتفريغ السابق. ويتبع كلّ قفزة موجهة تفريغ عودة واحد. وتحدث عمليّة السلسلة أو القفزة الموجهة ثمّ تفريغ العودة ٣ أو ٤ مرّات في وميض واحد، لكنها يمكن أن تحدث أكثر من ٢٠ مرّة. ويتمكّن الناس أحياناً من رؤية التفريغات البرقيّة الفرديّة، فيبدو البرق وكأنّه يخفق (يضيء بصورة متقطّعة).

أشكال البرق

يحدث البرق في الكثير من الأشكال المنوّعة. وغالباً ما يختلف أيضاً وميض البرق الواحد في المظهر، وفقاً لموقع المراقب.

وتشمل الأشكالُ الرئيسيّة للبرق البرق المتفرّع والبرق

الخطّي والبرق الشريطيّ والبرق السلسليّ. في البرق المتفرّع، يمكن رؤية فروع كثيرة في التفريغ البرقيّ. في البرق الخطّي، يبدو الوميض وكأنّه يضيء خطّاً واحداً متعرّجاً، ويبدو البرق الشريطيّ كخطوط متوازية من الضوء؛ ويتشكّل هذا النوع من البرق عندما تفصل الرياح بين تفريغات البرق. والبرق السلسليّ، أو السحجيّ، هو وميض يتقطّع إلى خطّ منقطّ في سياق تلاشيّه.

ولا يُعتبر بعض الومضات الكهربائيّة في السماء - مثل البرق الحراريّ والبرق الصّفحيّ - أشكالاً منفصلة من البرق، مع أنّها تبدو مختلفة في بعض الأوجه. يظهر البرق الحراريّ عادة في ليالي الصيف، ويبدو وكأنّه يحدث دون رعد. والحقيقة هي أنّ هذا البرق يحدث في مكان بعيد جداً عن المراقب، الذي لا يتمكّن بالتالي من سماع الرعد المرافق له. وما يختبره المراقب الموجود تحت ما يبدو من البعيد وكأنّه برق حراريّ، هو في الواقع عاصفة رعديّة عاديّة. ويظهر البرق الصّفحيّ كإضاءة قسم من السماء، لكنّه في الحقيقة برق تكون ومضاته المستقلّة إمّا بعيدة جداً ليراها المراقب أو محبوبة عن النظر وراء الغيوم.

ويختلف البرق الكرويّ اختلافاً كبيراً عن البرق العاديّ، فهو يبدو ككرة ناريّة متوهّجة تطفو في السماء لعدّة ثوان قبل أن تختفي.

وقد أفيد عن مشاهدة هذا النوع من البرق أثناء العواصف الرعديّة، وعادةً بعد حدوث برق عاديّ. ويصف المراقبون هذا الشكل من الرعد ككرة حمراء أو صفراء أو برتقاليّة اللون قد يساوي حجمها حجم حيّة الكريپ فروت. وقد أفيد عن رؤية هذه الكرات تطفو عند مستوى الأرض وداخل البيوت والحظائر والطائرات. ولا أحد يعلم كيف أو لماذا يحدث البرق الكرويّ، أو ممّا يتكوّن.

وقد يشبه الضوء المتوهّج البرق الكرويّ، وينتج عن تفريغات كهربائيّة من جسم مستدقّ الرأس أثناء حدوث عاصفة رعديّة. ويظهر هذا الضوء أحياناً حول الطائرات والأبراج وصواري السفن الشراعيّة وقمم الأشجار.

الحماية من الصواعق

تضرب الصواعق (البرق) الأرض حوالى ١٠٠ مرّة في الثانية الواحدة. وفي الولايات المتحدة، يلاقي حوالى ١٠٠ شخص حتفهم سنويّاً بسبب الصواعق. ويمكننا تجنّب الإصابة بالصواعق باتّباع بعض تدابير الأمان أثناء حدوث العواصف الرعديّة:

يجب الإحتماء في منزل أو في مبنى كبير. ومن الآمن البقاء في سيّارة أو شاحنة مغلقة. ويجب الإمتناع عن لمس أيّ جسم معدنيّ داخل المركبة. ويجب الإبتعاد عن المركبات المعدنيّة المفتوحة مثل الدراجّات وعربات الجولف والآلات الزراعيّة والدراجّات الناريّة.

ويجب عدم استعمال الهاتف إلّا في الحالات الطارئة.

وإذا حدثت الصاعقة وكان الشخص في العراء، يجب أن يجلس أو يقفرض على الأرض.

ويجب الإمتناع عن الوقوف تحت أو قرب شجرة عالية منفردة، أو أيّ جسم آخر منفرد في منطقة مفتوحة. وإذا كان المرء في غابة، يجب أن يحتمي تحت جنبيات منخفضة أو مجموعة من الأشجار متساوية العلوّ.

ويجب الإمتناع عن الإرتفاع فوق التضاريس بالوقوف على قمة تلة أو على الشاطئء أو في حقل مفتوح.

ويجب البقاء خارج الماء وبعيداً عنه.

ويجب معالجة الشخص الذي ضربته الصاعقة بالإنعاش القلبيّ الرئويّ، وهي طريقة اصطناعيّة للتنفّس ودفع الدم في الجهاز الدورانيّ.

تساعد العواמיד المعدنيّة التي تُعرف بمانعات الصواعق على حماية المباني من الصواعق. تُثبت مانعات الصواعق على سطوح الأبنية ويجب أن تكون مؤرّضة^(١) بشكل جيّد. وهي تجذب الصاعقة وتوجّه الكهرباء عبر سلك أو «كابل» بأمان إلى الأرض.

الرعد

إعتقدت شعوب ما قبل التاريخ أنّ الرعد هو صوت الآلهة التي ترمجر غضباً عندما تكون مستاءة من البشر على الأرض. ويعلم العلماء اليوم أنّ الرعد ناتج عن التمدّد السريع والمفاجيء للهواء الذي سخّنه البرق.

يسخن الهواء على الفور عندما تمرّ عبره شحنة كهربائيّة برقيّة. وتؤدّي الحرارة إلى تمدّد لجزيّيات الهواء، أو تطايرها، في جميع الاتجاهات. ومع بحث الجزيّيات عن المزيد من المكان، تصادم بعنف مع طبقات الهواء البارد وتخلق موجة هوائيّة كبيرة، لها صوت الرعد.

للرعد عدّة أصوات مختلفة. وينتج هدير الرعد المدمدم أو المقعقع عن الموجة الهوائيّة في جذع البرق التي تكون الأبعد عن المراقب. وتحدث الفرقعة أو الطقطقة الحادّة عندما ينفصل جذع البرق الرئيسيّ إلى عدّة فروع، وينتج هزم الرعد القويّ عن جذع البرق الأقرب إلى المراقب. يصل إلينا صوت الرعد بعد أن يبلغنا ضوء البرق، وذلك لأنّ سرعة الضوء تساوي ٢٩٩,٧٩٢ كيلومتراً في الثانية، بينما لا تتعدّى سرعة الصوت ٣٤٠ متراً في الثانية. ويعطي عدد الثواني التي تفصل بين رؤية البرق وسماع الرعد بعد قسمته على خمسة، المسافة التي تفصل بين البرق والمراقب بالأميال.

^[1] مؤرّضة: موصولة بالأرض مكونة عازلاً كهربائيّاً

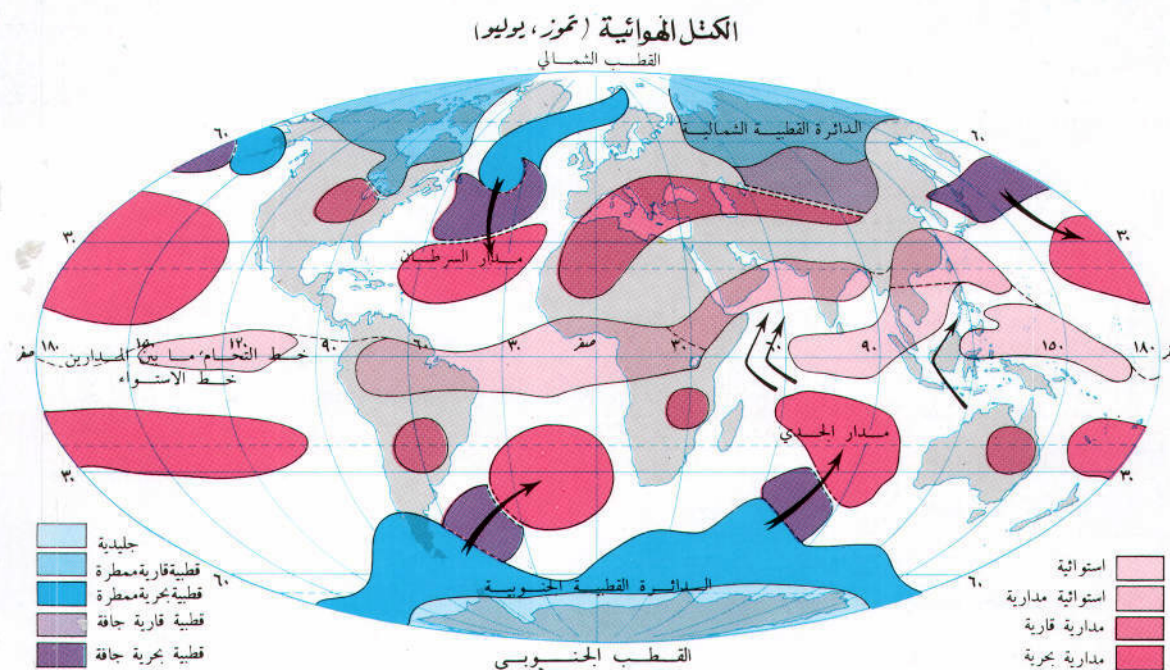

الرياح تحرك الهواء الذي يسيّته تسخين الأرض غير المتساوي، وبواسطة أشعة الشمس. ليست للرياح خاصّة ماديّة بحتة - لا يمكن رؤيتها أو الإمساك بها - ولكن يمكن أن نشعر بقوّتها. فهي تجفّف ملابسنا في الصيف، وتخرق أجسادنا حتى العظم، في فصل الشتاء. وقد تكون قوّتها كافية لدفع المراكب المبحّرة عبر المحيط، واقتلاع أشجار ضخمة من الأرض. وتعتبر الرياح، الموازن الأكبر للحجّ، فهي تحمل الحرارة والرطوبة وموادم التلوّث والغبار، مسافات شاسعة حول الكوكب.

هناك ثلاثة نماذج للرياح، واسعة النطاق، في كل من نصفي الكرة الأرضية. وتعمل الشمس على تسخين منطقة الاستواء، أكثر من بقية المناطق على الكرة الأرضية، فيرتفع الهواء الإستوائي الساخن عالياً في الجو، ويهاجر باتجاه القطبين. في الوقت نفسه، يتحرك الهواء الأبرد والأكثر كثافة، عبر سطح الأرض، باتجاه الاستواء للحلول محل الهواء المسخن. إن عملية تبادل الامكنة بين الهواء الساخن والهواء البارد، هي القوة المحركة الأساسية للرياح.

وتهب الرياح بشكل عام، من الشرق والغرب، أكثر مما تهب من الشمال والجنوب. ويحدث ذلك بسبب دوران الأرض الذي يؤدّي ما يسمى بتأثير كوريوليس Coriolis effect، إنه يجعل الرياح تتنحّل نحو اليمين في النصف الشمالي للكرة الأرضية، ونحو الشمال في النصف الجنوبي منها. فمثلاً يتحوّل الهواء المتحرّك جنوباً عند المناطق الاستوائية في النصف الشمالي للكرة الأرضية، باتجاه الغرب، فيؤدّي الرياح التجارية^(١) التي تدفع السفن المبحرة نحو أميركا الشمالية. ويؤدّي المكان الذي تتلقّى فيه الرياح التجارية الآتية من نصفي الكرة الأرضية، بمنطقة التقارب الاستوائية (Inter-tropical convergence zone, the ITCZ). ولأنّ الرياح ضعيفة في تلك المنطقة، فإنّ البحارة يطلّون عليها اسم منطقة الركود. وعندما تبعد (م.ت.ل.) عن خطّ الاستواء - وهذا ما يحدث موسميّاً - تتغيّر نماذج الرياح التجارية، وتساعد في خلق ظاهرة طبيعية تُعرف بالرياح الموسمية.

(١) الرياح التجارية: رياح موسمية تهبّ نحو خطّ الاستواء.

القطب الشمالي

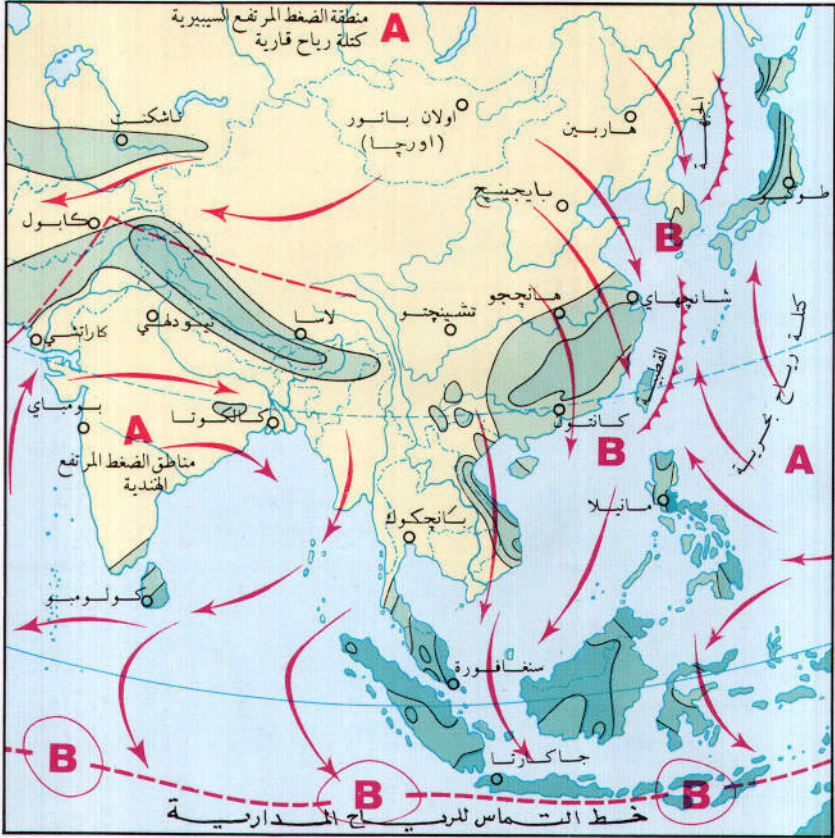
[illegible]

طاقة الريح

تنتج طاقة الريح عن تحرك الهواء. فالركب الشعاعي الذي ينطلق أمام هبة ريح ناشطة، يعتمد على طاقة تلك الرياح، لدفعه إلى الأمام. وتلتقط طاحونة الهواء، طاقة الريح لكي تدير جوانح مروحتها. وكانت جوانح الدوران تلك، تستخدم في السابق، لتدوير حجر الرحى في الطاحونة، من أجل طحن الحبوب أو ضخ المياه. إلا أنه، في مطلع القرن الحالي، كانت طواحين الهواء لا تزال تُستعمل على نطاق ضيق، في إنتاج الطاقة الكهربائية في أوروبا والولايات المتحدة.

واليوم، تجدد الاهتمام باستخدام الطاقة الهوائية، كمصدر نقي لإنتاج الكهرباء، بعد أن تزايد القلق بسبب تضائل مخزون الوقود الحجري، وبسبب التلوث الناتج عن احتراقه. وقد عمل العلماء على إنشاء تكنولوجيا جديدة، أكثر تطوراً، لاستغلال مصدر الطاقة هذا، غير المحدود: تدفع الريح جوانح محرك هوائي دوار، فتستب الجوانح بدورها في تشغيل أسطوانة

(في فصل الشتاء)



يتشكل معظم الأعاصير القمعية على طول الجبهة (الحدود) بين الهواء الجاف والبارد المقبل من الشمال، والهواء الرطب والدافئ المقبل من خليج المكسيك. وتتشكل منطقة ضيقة من السحب الركامية المزنطة Cumulonimbus على طول هذه الجبهة. وتخلق هذه المنطقة الغيمية المعروفة بخطّ الرياح أو العواصف، طقساً عاصفاً يتميز برياح شديدة مصحوبة عادة بالأمطار. ويحدث الطقس العاصف الناتج عن خطّ

الإعصار القمعي، أو التورنادو، هو عاصفة رجيّة قويّة دوّارة. ورياح الإعصار القمعي هي أشدّ وأعنف رياح تهبّ على سطح الأرض. تدور هذه الرياح حول مركز العاصفة بسرعات تتجاوز ٣٢٠ كيلومتراً في الساعة. ويصل قطر معظم الأعاصير القمعية إلى مئات الأمطار، وقد تسبّب الكثير منها بالموت والدمار الواسع النطاق.

يتكوّن الإعصار القمعي من سحب قمعي الشكل دوّار، يمتدّ إلى الأسفل من كتلة من الغيوم الدائكة. ولا تصل بعض الأقمار إلى الأرض بينما يضرب بعضها الآخر سطح الأرض، ثمّ ينسحب إلى الغيوم السوداء الموجودة فوقه، ليعود ويضرب سطح الأرض من جديد. في الولايات المتحدة، تنزع جميع الأقمار للسير باتجاه الشمال الشرقي.

تدور رياح الإعصار القمعي باتجاه معاكس لاتجاه دوران عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي، وباتجاه دوران عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبي. ويُعرف الإعصار القمعي الذي يحدث فوق بحيرة أو محيط، بعمود الماء أو بالنافورة المائية.

يدوم معظم الأعاصير القمعية أقل من ساعة واحدة. وتقطع هذه العواصف مسافة حوالي ٣٢ كيلومتراً بسرعة ١٦ إلى ٤٠ كيلومتراً في الساعة. وتدمر بعض الأعاصير القمعية عدة ساعات، ويصل قطرها إلى ٢,٤ كيلومتر. ويمكن أن تقطع هذه الأعاصير مسافة ٣٢٠

العواصف عندما ترتفع كتلة من الهواء الرطب والدافئ بسرعة كبيرة في الجو. ومع ارتفاع هذه الكتلة، يندفع المزيد من الهواء الدافئ ليحل محله. ويرتفع الهواء المندفع بدوره في الجو، وفي بعض الحالات يبدأ بالدوران. ويتحول الهواء الدوار إلى إعصار قمعي.

تحدث معظم الأعاصير القمعية في الربيع في فترة بعد الظهر أو مساء من يوم رطب وحار. تظهر غيوم رعدية كبيرة في السماء، ويبدأ الرعد يدوي في البعيد. وتصبح غيمة قريبة داكنة وكثيفة، وتبدأ الكتل المستديرة عند قاعدة الغيمة بالدوران على نفسها. ثم تشكل إحدى الكتل الدوارة غيمة قمعية تمتد تدريجياً باتجاه الأرض. ويبدأ مطر غزير وبعض البرد بالسقوط، وتحدث ومضات من البرق. وينشأ هسيس مكتوم مع امتداد الغيمة القمعية باتجاه الأرض. وإذا لاس القمع الأرض، يحرك معه التراب والحطام. ويصبح الهسيس هديرًا ضاخبا. وتطيح الرياح العنيفة الدوارة في الإعصار القمعي بكل ما يعترض طريقها.

تنتج قوة الرفع الهائلة التي تميز الإعصار القمعي عن تيار هوائي قوي صاعد داخل القمع. وقد حدث أن اقتلعت الأعاصير القمعية الأشجار، وقلبت حافلات القطارات، وحملت أشياء ثقيلة جداً كالسيارات على مسافة مئات الأمتار.

الحماية من الأعاصير القمعية:

يجمع العلماء في المصلحة القومية للأرصاد الجوية معلومات مستمرة حول الطقس من جميع أنحاء الولايات المتحدة. وإذا دلت الأحوال الجوية على احتمال حدوث أعاصير قمعية أو عواصف رعدية عنيفة، تُصدر المصلحة تقريراً يُذاع على التلفزيون والإذاعة. وإذا اكتُشف إعصار قمعي، تنذر مصلحة الأرصاد الجوية الجماعات في البلدات والمدن الواقعة في خط سير العاصفة. ويحدّد الإنذار موقع الإعصار القمعي وحجمه، والمسار الذي تتبعه العاصفة. ويمكن أن تستعمل الشرطة في المناطق المعرضة للخطر صفارات الإنذار لتنبيه السكّان إلى ضرورة الإحتماء. وتُكتشف الأعاصير القمعية من قبل المراقبين أو بواسطة أجهزة خاصة مثل الرادار. ويستطيع أحد الرادارات، وهو رادار دوبلر، تعيين موقع الأعاصير القمعية وتحديد سرعة الرياح.

تؤمن الملاحيء ضدّ العواصف أفضل حماية ممكنة ضد الأعاصير القمعية. ويشكّل الدور السفلي أفضل مكان للإحتماء في حال عدم توفر ملجأ ضدّ العواصف. وفي الدور السفلي، يجب أن يقبع الناس تحت طاولة في الجهة التي يقترب من ناحيتها الإعصار. وعندما لا يتوفّر دور سفلي في المبنى، يجب أن يتمدّد الناس على بطونهم على الأرض تحت طاولة أو سرير، بعيداً عن النوافذ.

ويجب دائماً إخلاء المقطورات عند اقتراب إعصار قمعي، فهي لا توفر أيّ حماية تُذكر ضدّ العاصفة، ويمكن أن تقلب بسهولة أثناء مرور الإعصار. وفي العراء، يجب أن ينبطح الناس في قناة أو خندق أو وهد إذا أمكن الأمر. ويوفر ذلك بعض الحماية من الحطام المتطاير، لكنّه لن يحول دون سحب الإعصار الشخص إلى داخل القمع.

الإعصار الحلزوني

الإعصار الحلزونيّ هو منطقة من الضغط المنخفض في الجوّ تدور فيها الرياح باتجاه الداخل. ويمكن أن يغطّي الإعصار الحلزوني مساحة تساوي نصف مساحة الولايات المتحدة. ونجد نوعاً خاصّاً وعنيفاً من الأعاصير الحلزونية التي يتراوح عرضها بين ٩٠ و٢.٤٠٠ متر، وتُعرف بالأعاصير القمعية (تورنادو).

تتميّز جميع الأعاصير الحلزونية بخاصّتين اثنتين: (١) يكون الضغط الجويّ في أدنى مستوياته في مركز الإعصار، و(٢) تدور الرياح لولبيّاً باتجاه الداخل. في نصف الكرة الشماليّ، تهبّ الرياح باتجاه معاكس لاتجاه دوران عقارب الساعة. وفي نصف الكرة الجنوبيّ، تهبّ الرياح الى الداخل باتجاه دوران عقارب الساعة.

يشهد بعض المناطق في العالم عدداً كبيراً جداً من الأعاصير الحلزونية، بحيث يكون معدّل ضغط الجوّ فيها أقلّ من معدّل الضغط في بقية أنحاء العالم. فعلى سبيل المثال، إنّ «منخفض الألوش» في شمال المحيط الهادئ، و«المنخفض الأيسلندي» في شمال الأطلسيّ يشهدان ضغطاً منخفضاً خلال القسم الأكبر من فصل الشتاء. ويمكن تسمية هذه المناطق بمراكز الضغط المنخفض نصف الدائمة أو مراكز الفعل.

تترافق الأعاصير الحلزونية عادة بالعواصف. ويشير انخفاض الضغط الجويّ، عموماً، إلى قدوم الطقس الرديء. ولكن، في بعض الأحيان، لا يجلب الإعصار الحلزونيّ معه طقساً رديئاً، إذ أنّ طبيعة الهواء تلعب أيضاً دوراً كبيراً في تحديد الطقس. فإذا تكوّن الإعصار مثلاً، في هواء جافّ، فقد لا تتشكّل أيّ غيوم في السماء. ينشأ الإعصار الحلزونيّ الإستوائي فوق المياه الإستوائية أو شبه الإستوائية. وتُعرف الأعاصير الحلزونية الإستوائية العنيفة، التي تصل سرعة الرياح فيها إلى ١١٩ كيلومتراً في الساعة، بالأعاصير المداريّة Hurricanes أو بالتيفونات، وفقاً لمكان تشكّلها. تتشكل الأعاصير المداريّة في شمال الأطلسي أو في الجزء الشرقي من شمال الهادئ، بينما تتشكّل التيفونات في غرب الهادئ. وقد تترافق هذه العواصف برياح تصل سرعتها إلى ٢٩٠ كيلومتراً في الساعة

وبأمطار رهيبة ورعد عنيف وبرق. ويتراوح الإمتداد الأفقيّ لهذه العواصف بين ٣٢٠ و٤٨٠ كيلومتراً. وتكون الأعاصير الحلزونية إمّا ساخنة المركز أو باردة المركز. والأعاصير الساخنة المركز هي أعاصير يكون مركزها أسخن من أطرافها. وتكون هذه الأعاصير قليلة العمق عموماً، وتضعف في طبقات الجوّ العليا. تحدث هذه الأعاصير في الكثير من الأحوال فوق مناطق ساخنة جداً من اليابسة. أمّا الأعاصير الحلزونية الباردة المركز فتكون أبرد قرب المركز، وأسخن قرب الأطراف. ويمكن أن تكون هذه الأعاصير عميقة جداً، وهي أشدّ عنفاً على علوّ آلاف الأمتار في الجوّ ممّا هي عليه عند مستوى سطح الأرض.

السماء

السماء هي الجزء من الفضاء الذي تمكّن رؤيته من الأرض. وتتألّف السماء من الجوّ، الذي يمتدّ مئات الكيلومترات فوق سطح الأرض. ويتكوّن الجوّ بشكل رئيسيّ من النتروجين والأكسجين، كما أنّه يحتوي على قطرات صغيرة جداً من الماء وعلى بلّورات جليد على شكل غيوم وهواطل. ويمكن أن يملأ أيضاً الدخان وجسيمات الغبار والمؤلّثات الكيميائية، السماء فوق المدن.

تنتج ألوان السماء عن استقطار (تشبّث) الضوء بفعل لجزيئات الغاز وجسيمات الغبار في الجوّ. ويتألّف ضوء الشمس من موجات ضوئية بأطوال موجية مختلفة، تُرى كلّ واحدة منها كلون مختلف. وتبدو أقصر الموجات الضوئية زرقاء، وأطولها حمراء. تستطير الموجات الضوئية الزرقاء على الفور بفعل جسيمات صغيرة جداً من المادّة موجودة في الجوّ، لكنّ الموجات الضوئية الحمراء تنتشر دون أيّ تشويش، إلّا إذا ضربتها جسيمات كبيرة الحجم.

عندما تكون السماء صافية، تستطير موجات

الضوء الأزرق أكثر بكثير من موجات أيّ ضوء آخر، لذلك فإنّ السماء تبدو زرقاء اللون. وعندما تكون السماء مليئة بالغيوم المترصّاة أو بالدخان الكثيف، تستطير الموجات الضوئية لجميع الألوان، ما يتسبّب بتحوّل لون السماء إلى الرماديّ. عند شروق الشمس أو مغيبها، تقطع أشعة الشمس مسافة كبيرة عبر الجوّ تفوق المسافة التي تقطعها عندما تكون الشمس عالية في السماء. وفي هاتين الفترتين، تستطير الموجات الضوئية لمعظم الألوان، وتعطي موجات الضوء الأحمر التي بقيت على حالها، مظهرًا أحمر أو برتقالياً للشمس والسماء قرب الأفق.

العاصفة الثلجية

تترافق العاصفة الثلجية برياح قوية وباردة. وتحدث هذه العاصفة عندما تتحرّك كتلة هوائية باردة من المنطقة القطبية الشماليّة متوجهة إلى المنطقة المعتدلة. ويجبر الهواء البارد الثقيل الهواء الرطب الدافئ على الارتفاع على طول الحدود بين الكتلتين الهوائيتين. وتُعرف هذه الحدود بالجبهة الباردة. ويتسبّب صعود الهواء الدافئ في الجوّ بحدوث عاصفة ثلجية قوية تترافقها رياح شمالية باردة. ويحدث الكثير من العواصف الثلجية بعد فترة من الدفء غير الاعتيادي في فصل الشتاء.

وتحدّد المصلحة القومية للأرصاد الجوية في الولايات المتحدة العاصفة الثلجية بأنها سقوط كثيف للثلج مصحوب برياح تصل سرعتها إلى ٥٦ كيلومتراً أو أكثر في الساعة. وتترافق الرياح بانخفاض كبير في درجات الحرارة، التي قد تصل إلى ١٢ درجة مئوية تحت الصفر، وبرؤية تجاور الصفر. تحدث العواصف الثلجية القوية في أغلب الأحوال في شمال السهول الكبرى في الولايات المتحدة، وفي شرق ووسط كندا، وفي أنحاء مختلفة من روسيا. ويمكن لهذه العواصف أن تكسّد أكواماً هائلة من الثلوج تعيق سير الحياة اليومية. وتتوقّف أحياناً جميع النقلات، وتغفل الشركات والمؤسسات التجارية أبوابها لعدّة أيام.



الإعصار القمعي



المسح الجوّي

المسح الجوّيّ Aerial Survey دراسة لسطح الأرض تستخدم صوراً مأخوذة من الطائرات. يُستخدم المسح الجوّيّ في صناعة الخرائط وإجراء الدراسات الزراعية والبيئية وفي العمليات العسكرية. وتُطلق تسمية مقياس التصوير المساحيّ Photogrammetry على أحد فروع المعرفة الذي يجري قياسات دقيقة جداً للارتفاع والمساحة والمسافة والحجم، بناءً على الصوّر الجوية، ثم يستخدم هذه القياسات لإنشاء خرائط طبيعية مفضّلة. بات معظم سطح الأرض مسجّلاً على خرائط مبنية على المسح الجوّيّ.

ويعدّ المسح الجوّيّ نوعاً من أنواع المسحّ عن بعد. فالجسّات العاملة عن بعد هي أجهزة تجمع المعلومات حول جسم أو منطقة من مكان بعيد. وتستخدم كاميرات رسم الخرائط أفلاماً كبيرة الحجم وقادرة على تبيين أجسام لا يزيد عرضها عن بضعة أمتار، وذلك من ارتفاعات تزيد عن ١٩ كيلومتراً.

وقد ساهمت الأفلام الملوّنة وتلك الأفظة للأشعة تحت الحمراء في توسيع مجالات المسح الجوّيّ. فالأفلام الالظفة للأشعة تحت الحمراء أكثر حساسية بكثير من العين المجردة، إذ بإمكانها التقاط الطاقة غير المرئية المنعكسة من الأجسام، وذلك ضروريّ لجمع المعلومات حول الحياة النباتية. وتُستخدم الكمبيوترات بكثافة في عمليات المسح الجوّيّ، فهي تحسّن من نوعيّة الصور الملتقطة وتزيد من حجم المعلومات التي توفّرها هذه الصور للعلماء.

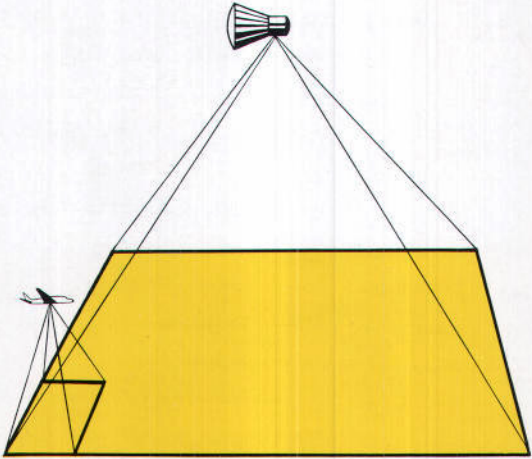
ويستخدم علماء المسح الجوّيّ آلات تصوير رقميّة Digital Cameras تنقل الصور مباشرة على أقراص الكمبيوتر، كما يلجأون أحياناً كثيرة إلى آلات تصوير الفيديو في التقاط الصور الجوية. وعلى عكس الصور الفوتوغرافية التقليدية، يمكن لآلات التصوير الرقميّة وآلات تصوير الفيديو أن تنتج صوراً يمكن مشاهدتها بعد تصويرها مباشرة.

بدأ المسح الجوّيّ منذ أواسط القرن التاسع عشر، إلّا أنّه لم يستخدم على نطاق واسع حتى الحرب العالمية الأولى (١٩١٤ – ١٩١٨)، عندما وُضعت آلات التصوير على طائرات التجسّس. وتوسّعت التطبيقات العسكرية للمسح الجوّيّ مع حلول الحرب العالمية الثانية (١٩٣٩ – ١٩٤٥) التي تبعها تطوّر تكنولوجي كبير على صعيد صناعة الطائرات وآلات التصوير والأفلام. وقد أجرت حكومة الولايات المتحدة في الثلاثينات والأربعينات عمليات مسح جويّ لمناطق واسعة في البلاد ضمن برامج الحفاظ على التربة وإدارة الغابات. ويجري البرنامج الوطني للتصوير الجوّيّ The National Aerial Photography Program (NAPP)، الذي تموّله عدّة وكالات فدراليّة في الولايات المتحدة، مسحاً جويّاً منتظماً لأراضي هذه الدولة. وتُستخدم صُور هذا البرنامج لرسم الخرائط الطبوغرافية والتنظيم المدني ورسم الخرائط الجيولوجية وخرائط التربة والاستطلاع العسكري وإدارة الغابات وتقدير حجم الكوارث، إضافة إلى عدد كبير من الأغراض الزراعية.

صورة طوبوغرافيّة لمنطقة ديترويت: تعتبر ديترويت، من ولاية ميشيغان، أحد أهم المراكز الصناعية في الولايات المتحدة. تقع ديترويت على الضّفة اليمنى للنهر الذي يحمل الإسم نفسه، وتتميّز المدينة بتنظيم مدينتيّ منظم شبيه بالشبكة المتسامة. كما يظهر بوضوح في الجزء الأيمن من الصورة.

إن النقاط الصور بالأشعة تحت الحمراء، التي تطلقها جميع الأشياء ولكن لا تدرّكها العين البشرية، لا يعطي نظرة مفضّلة عن التنظيم المدنيّ وحسب، بل يظهر أيضاً بوضوح المناطق الخضراء، ومختلف أنواع المحاصيل (لاحظ السفلى، إلى يسار الصورة) وطبيعة المناطق المخزّجة.

في الأشعة تحت الحمراء، يبدو النبات بدرجات مختلفة من الأحمر، ما يظهر مدى امتداد أي نوع من التلوّث.



التصوير الفوتوغرافيّ من الفضاء (أعلاه): يوضح الرسم البيانيّ قيمة الصورة الفوتوغرافية المأخوذة من جسم يدور حول الأرض وفعاليتها. يمكن لصورة واحدة أن تغطي مساحة تتطلّب مئات الصور الجوية التقليدية، مع ما يرافقها من مشاكل صعبة يسببها تشوّه الصور اختروم. في سبيل تحويل الصور إلى خرائط، من الضروري وضع شبكة من النقاط تعرف إحداثياتها بشكل دقيق. تستعمل لهذه الغاية أقمار «جيوديسيّة»، تسمح بإجراء قياس سريع ودقيق للمسافات، وهذا شرط أساسيّ لرسم خرائط بالغة الدقة.

جبل الإتنا (إلى اليسار): تظهر هذه الصورة المأخوذة من المختبر الفضائيّ سكايلاب، الذي يدور حول الأرض، جزءاً من ساحل صقلية الشرقيّ. في يمين الصورة، تظهر بوضوح كتلة الإتنا اخرووطيّة الشكل. والإتنا هو أعلى بركان في أوروبا، وهو لا يزال ناشطاً، كما يظهر من الدخان الرقيق المتصوِّج الذي يخرج من الفوهة (أ). يسمح التصوير بالأشعة تحت الحمراء بتمييز سيول اللابة (الحجم البركانيّة المختلفة على جوانب البركان؛ تظهر أحدث السيول باللون الأزرق الداكن (ب)، وهي تباين بشكل واضح عن السيول القديمة واقعة عند أسفل الإتنا، كطلخة زرقاء على جنب السهل الذي يحمل الإسم نفسه (د). في يمين الصورة، يظهر طرف جبال إيبلاي ويزر عدد كبير من البحيرات، منها بحيرة بوزيلو، بسبب لونها الأزرق الداكن.

علم الخرائط

الخريطة تمثيل لمنطقة جغرافيّة، هي عادة جزء من سطح الأرض، يُرسم أو يُطبع على سطح منبسط. وفي معظم الأحوال، تشكل الخريطة تمثيلاً بيانيّاً لا تصويريّاً للأرض؛ وتحثري الخريطة عادة على عدد من المصطلحات المسلّم بها عموماً، التي تشير إلى المعالم الطبيعيّة أو الإصطناعيّة أو الثقافيّة المختلفة في المنطقة التي تغطّيها الخريطة.

أنواع الخرائط

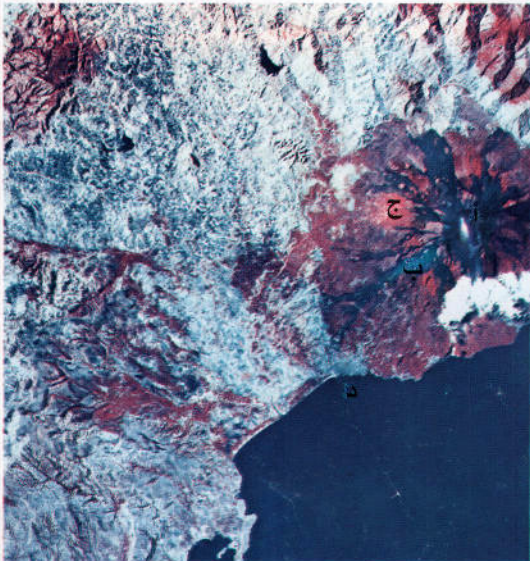
يمكن استعمال الخرائط لأغراض كثيرة مختلفة، ما أدى إلى وضع عدّة أنواع من الخرائط المتخصصة.

الخرائط الطبوغرافية

إضافة إلى تبيان المواقع العامّة والحدود السياسيّة، تصوّر الخرائط الطبوغرافية جيولوجيّاً منطقة معينة ومعالمها المميّزة. وينطوي هذا النوع من الخرائط على الكثير من الفائدة. فعلى سبيل المثال، يستعمل معظم هواة التخييم والسير خرائط طبوغرافيّة لإيجاد طريقهم في البريّة وتحديد خطّ سيرهم، مع أخذ العوائق ومعالم الأرض في الاعتبار. وإذا حدث وضلّوا الطريق، يستطيعون إيجاد اتجاهاتهم الزاويّة من جديد بوضع خريطتهم وبوصلتهم في اتجاه معلم بارز شاهدهو في الجوار. ويشير الفتاح الذي تشتمل عليه الخريطة إلى مقياس المسافة والرموز أو المصطلحات الخاصّة (للمعلم مثل السكك الحديدية والمدارس ومهابط الطائرات وخزّانات المياه) المستعملة في وضع الخريطة. وبوجه العموم، يشير اللون الأخضر في الخريطة الطبوغرافية إلى الغابات أو النبات، فيما يدلّ اللون الأبيض على المناطق الخالية من النبات. وتشير مجموعة من الخطوط البنية اللون إلى الجبال والتلال، وتبيّن الارتفاع والتحدّر النسبي. يمثّل كلّ خطّ وحدة ارتفاع محدّدة؛ وحيث تكون الخطوط شديدة التقارب، تكون الأرض شديدة التحدّر.

الخرائط الموضوعيّة Thematic، أو المتخصصة

من أهم الخرائط المتخصصة نذكر الخرائط الهيدروغرافية وخرائط الملاحة الجوية. تُستعمل الخرائط الهيدروغرافية لملاحة السفن، وتغطّي سطح المحيطات وغيرها من الأجسام المائية الكبيرة وشطّاتها. وفي الجزء المائيّ من الخريطة، يُبيّن العمق على مسافات فاصلة صغيرة بطبع عدد قامات (ج. قامة = مقياس لعُمق الماء يساوي ٦ أقدام أو ١٨٢.٨٨ سنتيمترًا) الماء في حالة الجزر. تُحاط المناطق الضحلة بخطّ أو تطلّل لتصبح أكثر وضوحاً، كما تُبيّن حدود القنوات الموصلة بين بحرين باستعمال الخطوط. وتُظهر الخريطة أيضاً نوع القعر، مثل الرمل أو الوحل أو الصخر. ومن السمات الهامّة في هذه الخرائط المواقع الدقيقة للمنارات والطاقيات



(ج. طافية = عَوامة لإرشاد السفن) وغيرها من مساعدات الملاحة. والمعالم الساحلية الوحيدة الأخرى التي تظهر على الخريطة البحرية هي معالم مثل الأبنية العالية أو القمم البارزة، التي قد يحتاج الملاح للارتكاز عليها. وتشبه خرائط الملاحة الجوية المستعملة فوق اليابسة الخرائط الطوبوغرافية إلى حد ما، لكنها تحمل إضافة إليها موقع المرسدات الإسلامية (لهادية الطائرات) والخطوط الجوية والمناطق التي تغطيتها تحرم منارات الإرشاد اللاسلكي.

ومن الخرائط المتخصصة الأخرى: نجد خرائط سياسية لا تُظهر سوى البلدان والتقسيمات السياسية من دون المعالم الطوبوغرافية والخرائط الجيولوجية التي تُظهر البنية الجيولوجية لمنطقة معينة؛ والخرائط التي تبين التوزيع الجغرافي للمحاصيل واستعمال الأرض وكمية المطر والسكان، والمات من أنواع المعطيات الاجتماعية والعلمية الأخرى. وتشكل الخريطة المجسمة نوعاً مفيداً آخر من الخرائط، وهي نموذج ثلاثي الأبعاد يمثل سطح منطقة معينة بتضاريسه. تُنحت هذه الخرائط عموماً من الصلصال أو من جص (جبس). ولإبراز التضاريس، يُستعمل في الخرائط المجسمة مقياس عمودي أكبر بعدة مرات من المقياس الأفقي. ويمكن صنع هذه الخرائط أيضاً برص ألواح بلاستيكية في قالب. وتُستعمل الخرائط المجسمة على نطاق واسع في التخطيط الحربي والهندسي.

عناصر الخريطة الأساسية

لكي يتمكن مستعمل الخريطة من قراءة كمية كبيرة من المعلومات بسهولة، يجب استعمال نظام من الرموز الاصطناعية. وقد أصبح الكثير من الرموز الشائعة الاستعمال مسلماً به بشكل عام أو لأنها سهلة الفهم. وهكذا، فإن المدن والبلدات تُعرف بنقاط أو رقع مظلمة؛ وغالباً ما تُطع الأنهار والأجسام المائية باللون الأزرق؛ وتبين الحدود السياسية بأشرطة ملونة أو خطوط منقطعة. إلا أن الخرائط، أو وضع الخرائط، يستطيع أيضاً ابتكار مجموعة كبيرة منوعة من الرموز لتلبية حاجات مختلفة. فعلى سبيل المثال، يمكن استعمال نقطة أو رمز معين للدلالة على وجود ١٠,٠٠٠ رأس من الأبقار، أو موعليّن متصاليين لتعيين موقع منجم. وتُحدّد الرموز المستعملة في الخريطة في مفتاح الخريطة.

الشبكة الجغرافية

في سبيل تحديد موقع معلم معين على خريطة، أو لوصف امتداد منطقة ما، من الضروري الرجوع إلى شبكة الخريطة الجغرافية. وتألّف هذه الشبكة من خطوط طول وخطوط عرض. وفقاً للإصطلاح المتفق عليه، يُحدّد الطول الجغرافي بـ ١٨٠° شرقاً و١٨٠° غرباً من خطّ صفر درجة الذي يمر في جرينتش في إنجلترا. ويُحدّد العرض الجغرافي بـ ٩٠° شمالاً و٩٠° جنوباً من خطّ الإستواء الذي يُعتبر خطّ العرض صفر درجة. يمكن تحديد موقع أي نقطة على الخريطة بشكل دقيق، باعطاء عدد الدرجات والدقائق والثواني المحددة للطول والعرض الجغرافيين. وتوضع الخرائط عادة بحيث يأتي الشمال الحقيقي في أعلى الصفحة، وتزوّد بقرص بوصلة أو بدليل آخر على الانحراف المغنطيسي.

المقياس

يمثل المقياس الذي تُرسم به الخريطة نسبة المسافة

بين نقطتين على سطح الأرض إلى المسافة بين النقطتين المقابلتين لهما على الخريطة. وتبين المقياس عادة بالأرقام، مثل ١:١٠٠,٠٠٠، ويعني أن وحدة قياس واحدة على الخريطة (١ سنتيمتر مثلاً) تمثّل ١٠٠,٠٠٠ وحدة ماثلة على سطح الأرض. وتُعرف أيضاً الخريطة الموضوعة بهذا المقياس بخريطة السنتيمتر إلى الكيلومتر. يُبين المقياس على معظم الخرائط في الهامش، وكثيراً ما تُزوّد الخريطة بخطّ مقسم يُظهر طول وحدات المقياس، مثل ١ و ٥ و ١٠ كم أو ميل، أو كليهما، على المنطقة الأصلية. تختلف المقاييس المستعملة في الخرائط اختلافاً كبيراً. إن الخرائط الطوبوغرافية، مثل خرائط الولايات المتحدة التي تصدرها دائرة المسح الجيولوجي في الولايات المتحدة، توضع عادة بمقياس ١:٦٢,٥٠٠ (حوالي ١ للميل الواحد). وتُستعمل للأغراض العسكرية مقاييس كبيرة تصل إلى ١:١٥,٨٠٠. منذ أوائل القرن العشرين، يتعاون عدد من الدول على وضع خريطة معيارية للعالم بـ ١:١٠٠,٠٠٠,٠٠٠ وما فوق. (راجع مثلاً خريطة رقم ٢٥ - ٢٩ - ٤٥).

التضاريس

إن الارتفاعات متفاوتة للتلّ والجبال والأعماق المتغيرة للوديان والشعاب، كما تظهر على الخريطة الطوبوغرافية، هي ما يُعرف بالتضاريس؛ وإذا لم تُمثل التضاريس بشكل مناسب، لا تعطي الخريطة صورة واضحة عن المنطقة التي تمثّلها. في الخرائط الأولى، غالباً ما كانت التضاريس تُمثل برسوم صغيرة للجبال والوديان، لكنّ هذه الطريقة غير دقيقة على الإطلاق، وقد استبدلت بشكل عام بنظام من خطوط المناسيب. وتمثل خطوط المناسيب النقاط المتساوية الارتفاع في المنطقة المرسومة في الخريطة. ويمكن أن تُحدّد المسافة المناسيبية التي يتم اعتمادها بأي وحدة كانت، وفقاً لقدار التضاريس ومقياس الخريطة، كـ ٥٠ متراً مثلاً؛ ويقوم الخرائطي عند رسم الخريطة بوصل جميع النقاط على ارتفاع ٥٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، ثم يصل النقاط الواقعة على ارتفاع ١٠٠ متر ببعضها البعض، والنقاط الواقعة على ارتفاع ١٥٠ متراً، وهلمّ جزاً. تُوفّر أشكال خطوط المناسيب تمثيلاً صحيحاً لأشكال التلال والمنخفضات، وتُظهر الخطوط نفسها الارتفاعات الحقيقية. تدلّ خطوط المناسيب القليلة التباعد على منحدرات شديدة التحدّر.

وتشمل الطرق الأخرى لتعيين الارتفاع استعمال الألوان والأرقام (ج: رَقَن = خطوط قصيرة متوازية) أو الظلال. عندما تُستعمل الألوان لتعيين الارتفاع، يتم اختيار سلسلة متدرّجة من الألوان لتلوين المناطق المتساوية الارتفاع؛ فعلى سبيل المثال، تلوّن جميع الأراضي الواقعة بين صفر و ١٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر بدرجة فاتحة من الأخضر، وجميع الأراضي بين ١٠٠ و ٢٠٠ متر بدرجة أغمق، وهلمّ جزاً. تُستعمل الأرقام لإظهار المنحدرات؛ وكلّما اشتدّ التحدّر، تُرسم الأرقام أقرب إلى بعضها البعض ويخطوط متزايدة الغلاظة. وكثيراً ما يقتصر التزيين أو التظليل على المنحدرات الجنوبية الشرقية، ما يعطي، نوعاً ما، تأثير النظر من عل (نظرة عاتمة) للمنطقة المضادة بأشعة قادمة من الشمال الغربي. إن الظلال أو الأرقام المنقّدة بدقة (وهي لا تعطي الارتفاع عن مستوى

الإسقاط السمتي

تنشأ هذه المجموعة من الإسقاطات عن إسقاط الكرة الجغرافية على سطح مستوي يمكن أن يكون مماساً Tangent له في أي نقطة كانت. وتشمل هذه المجموعة الإسقاطات المنبسطة المائلة والمتعامدة والإستروبوغرافية. ونجد نوعين آخرين من الإسقاطات المنبسطة، يُعرفان بالإسقاط السمتي المتساوي المساحة والإسقاط السمتي المتساوي البعد، لا يمكن إسقاطهما لكنهما يوضعان في مستوى تماسي. يتشكل الإسقاط الميلي من أشعة يُفترض أنها تُسلط من مركز الأرض. وفي الإسقاط المتعامد، يوضع مصدر الأشعة في اللانهاية، وتشبه الخريطة الناتجة عن هذا الإسقاط الأرض كما تبدو، إذا ما صُوّرت من الفضاء الخارجي. وفي الإسقاط المتعامد، يقع مصدر الأشعة المسقط في نقطة مواجهة تماماً للنقطة التماسية للمستوى الذي يجري عليه الإسقاط.

تختلف طبيعة الإسقاط وفقاً لمصدر الأشعة المسقط. وهكذا، فإن الإسقاط الميلي يغطي مساحات أصغر من أحد نصفي الكرة، بينما يغطي الإسقاط المتعامد نصف كرة، ويغطي كلّ من الإسقاط السمتي المتساوي المساحة والإسقاط الإستروبوغرافي مساحات أكبر، فيما يشمل الإسقاط السمتي المتساوي البعد الكرة الأرضية بكاملها. ولكن، في جميع هذه الأنواع من الإسقاطات (باستثناء الإسقاط السمتي المتساوي البعد)، يتوقّف الجزء من الأرض الذي يظهر في الخريطة، على النقطة التي يمرّ فيها المستوى الوهمي سطح الأرض. فإذا وضعنا خريطة بإسقاط منبسط مع ممّ

المستوى للأرض عند خطّ الإستواء، نحصل على خريطة تمثل المنطقة الإستوائية، ولكنها لا تُظهر المنطقة بكاملها في خريطة واحدة؛ أما إذا كان المستوى مماساً في أحد القطبين فتمثل الخريطة المنطقة القطبية الحيطية به.

نظراً إلى وجود مصدر الإسقاط الميلي في مركز الأرض، تمثّل جميع الدوائر الكبيرة (خطّ الاستواء وخطوط الطول وجميع الدوائر الأخرى التي تقسم الأرض إلى قسمين متساويين) بشكل خطوط مستقيمة. إن الدائرة الكبيرة التي تصل مطلق نقطتين على سطح الأرض هي دائماً أقصر مسافة بين هاتين النقطتين. وتقدّم الخريطة المائلة بالتالي مساعدة كبيرة في الملاحظة عندما تُستعمل بالإشتراك مع خريطة مراكور.

الإسقاطات الخروطية

في تحضير الإسقاط الخروطي يُفترض وضع مخروط فوق القطب الشمالي. وبعد إتمام الإسقاط، يُشقّ المخروط عمودياً ويُبسط لتشكيل سطح مستوي. يمرّ المخروط الكرة الأرضية في جميع النقاط على خطّ عرض واحد، وتتميز الخريطة الناتجة عن هذا الإسقاط بدقة متناهية بالنسبة لجميع المناطق الواقعة قرب خطّ العرض المذكور، لكنها تُشوّه بشكل متزايد في المناطق الأخرى، وذلك على نحو متناسب طردياً مع بعد المنطقة عن خطّ العرض المياريّ. ولتحقيق دقّة أكبر في التمثيل، يفترض إسقاط لامبرت الخروطي المتطابق استعمال مخروط يمرّ عبر جزء من سطح الأرض، فيقطع خطّي عرض مختلفين. ونظراً إلى أنّ الخريطة الناتجة عن هذا الإسقاط دقيقة وصحيحة التمثيل في المناطق المجاورة تماماً لخطّي العرض، يكون تمثيل المنطقة الواقعة بين

خطّي العرض المقاييس أقلّ تشوّهاً من تمثيل هذه المنطقة نفسها بطريقة الإسقاط الخروطي الذي يرتكز على خطّ عرض واحد.

ويشكل الإسقاط المتعدّد المخاريط إسقاطاً معقّداً جداً، تُستعمل فيه مجموعة من المخاريط يمرّ كلّ منها الكرة الأرضية عند خطّ عرض مختلف، وحيث لا تُستعمل سوى المنطقة المجاورة تماماً لكلّ خطّ عرض. عن طريق جمع نتائج مجموعة الإسقاطات الخروطية المحدودة، يمكن وضع خريطة تمثل منطقة شاسعة بدقة بالغة. ونظراً إلى أنّه لا يمكن جعل أي مخروط يمرّ الكرة الأرضية في المناطق الإستوائية والقطبية، تُستعمل الإسقاطات الخروطية المختلفة لوضع خرائط تمثل مناطق صغيرة نسبياً في المناطق المعتدلة. وتوفّر الخرائط المتعدّدة المخاريط تسوية جيدة في تمثيل المساحة والمسافة والاتجاه بالنسبة للمناطق الصغيرة.

الحساب الرياضي

للحصول على رسم صحيح ودقيق لمناطق كبيرة بمقياس صغير، يوضع عدد من «الإسقاطات» بالطريقة الرياضية. وتقلّ الخرائط المرتكزة على الحساب الرياضي كامل سطح الأرض في شكل دوائر أو أشكال يضيّئة أو غيرها. وفي الخرائط الموضوعة للإستعمالات الخاصة، غالباً ما لا تُرسم الأرض في الشكل الأصلي للإسقاط بل في أجزاء متصلة غير منتظمة. وتُعرف الخرائط من هذا النوع بالإسقاطات المنقطّعة، وتشمل إسقاط «جود» المنقطّع المتماثل وإسقاط «أكيرت» المتساوي المساحة.

رسم الخرائط

إستفاد رسم الخرائط، أو الخرائطية، إلى حدّ بعيد، من التقدّم التكنولوجي الذي حصل منذ الحرب العالمية الثانية. إن استعمال تقنيات الإستشعار عن بعد هي ربما أهم ما استُحدث في الخرائطية؛ وتسمح هذه التقنيات بجمع المعطيات حول جسم أو شيء معين من دون لمسّه. ومن الأمثلة على ذلك، التصوير الجوي (بما في ذلك التصوير بالأشعة تحت الحمراء) والتصوير بواسطة القمر الصناعي. وقد سمح التلثيل بالقمر الصناعي بخفض هامش الخطأ إلى حدّ بعيد في تحديد الموقع الصحيح للنقاط على سطح الأرض. وقد شكّل استعمال الكومبيوتر في رسم الخرائط أحد أهم الوسائل المستحدثة.

المراقبة

تركز الخرائط الحديثة على مسح دقيق يغطّي المواقع والعلائق الجغرافية الخاصة بعدد كبير من النقاط في المنطقة الممثّلة في الخريطة. وتستعمل اليوم جميع الخرائط الأصلية تقريباً الصور الجوية، إضافة للمعلومات التي يوقّرها مسح الأرض التقليديّ. ويمكن للصور المأخوذة من الأقمار الصناعية أن تقدّم كمية كبيرة من المعلومات حول المعالم المختلفة على سطح الأرض، بما في ذلك موقع التراكمت المعدنية ومدى امتداد المناطق المدنية وأمراض النبات وأنواع التربة.

الجمع والنسخ

بعد جمع المعطيات اللازمة، يجب التخطيط بعناية لوضع الخريطة بما يتناسب مع استعمالها النهائي، بحيث تقدّم جميع المعلومات المتصلة بالموضوع بشكل واضح ودقيق. بعد ذلك، تُستعمل نتائج المسح والصور لوضع عدد كبير من النقاط على شبكة من الخطوط المتقاطعة تتوافق مع الإسقاط الذي تمّ اختياره لرسم الخريطة. تُحدّد الارتفاعات وتُرسم خطوط المناسيب مباشرة، في حال استُخدمت، من أزواج من

الصور الاستريوسكوبية (أو المجسّامة) باستعمال أجهزة معقّدة جداً مثل جهاز الإرسال المضاعف. وتُرسم أيضاً الطرقات ومجاري الأنهار بالطريقة نفسها. ويبدأ التحضير النهائي لطبع الخريطة بصنع مجموعة من الصفائح، كلّ صفحة منها لأحد الألوان المستعملة في الخريطة. وتتكوّن هذه الصفائح من البلاستيك المطلي بطبقة غير منفذة للضوء؛ تُغفر الخطوط والرموز على السطح بواسطة أداة حفر حادة تزيل الطلاء غير المنفذ. وتشكّل كلّ واحدة من هذه الصفائح صورة سلبية يُصنع منها لوح ليثوغرافي (طباعي حجريّ).

في نوع آخر من الخرائط، هي الخرائط الفوتوغرافية المستقيمة، يتشكل جسم الخريطة من صور فوتوغرافية حقيقية. وتتألّف هذه الخريطة من فيسفساء مكوّنة من أجزاء من صور فوتوغرافية

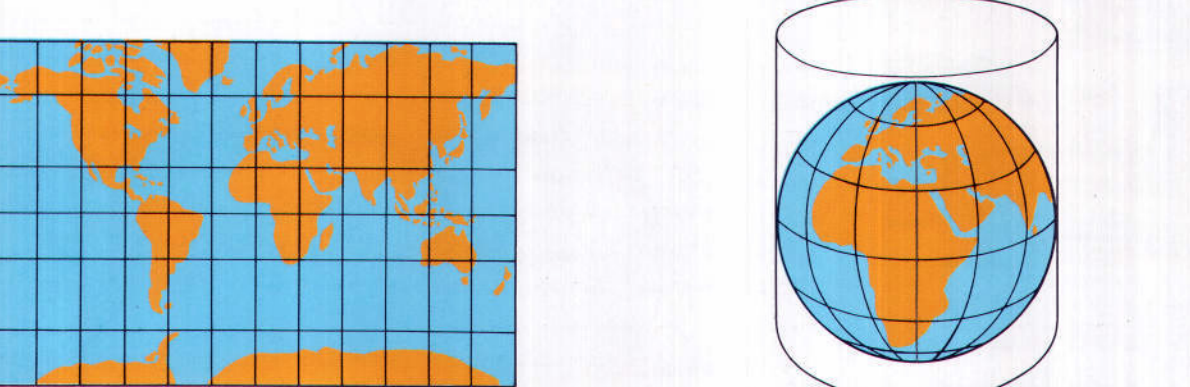
جوية مضمومة إلى بعضها البعض بدقّة وعناية، بعد تغييرها باستعمال آلة للتصوير الفوتوغرافي المستقيم لإلغاء التشويه المقياسي والزائويّ. في السبعينات، أحرز تقدّم كبير في الخرائط المولّدة بالكومبيوتر. يمكن تخزين المعطيات حول إحداثيات منطقة جغرافية وحول توزيع الظواهر الإحصائية في المنطقة. ويسمح جهاز مثل الخطاط ذي المنحنى المتصل للكومبيوتر برسم خرائط دقيقة مستندة إلى المعطيات المخزونة. ويمكن أيضاً عرض الخرائط المولّدة بالكومبيوتر على شاشة تلفزيونية، حيث يستطيع عامل الكومبيوتر بسهولة إجراء تعديلات على المحتوى. ونظراً إلى أنّه يمكن تخزين هذه الخرائط في الكومبيوتر، فإنّها توفّر صورة متحرّكة للتغيير خلال فترة معينة من الزمن.

تاريخ الخرائط

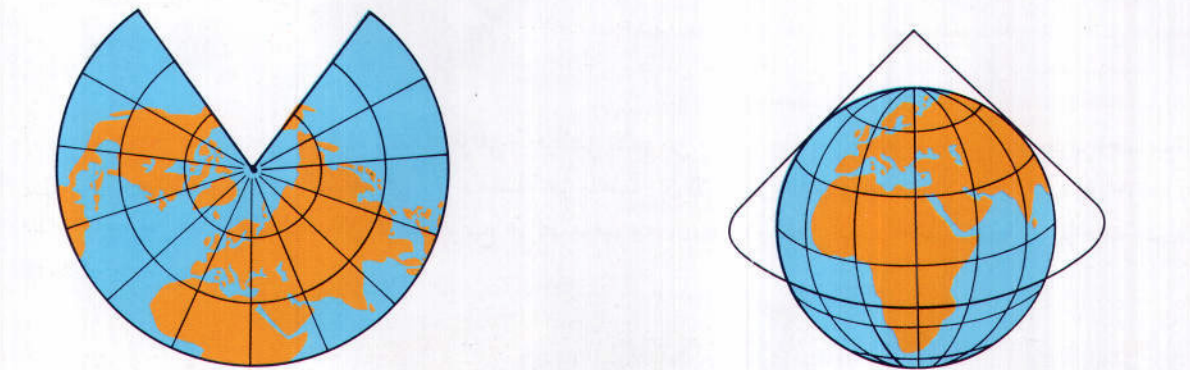
وُضعت أقدم الخرائط المعروفة حوالي ٢٣٠٠ قبل

الميلاد على يد البابليين. وقد حُفرت هذه الخرائط على ألواح صلصائية، وشكّلت في القسم الأكبر منها مسحاً للأراضي استُعمل لفرض الضرائب. وقد وُجدت في الصين خرائط اقليمية أكثر امتداداً، ومرسومة على الحرير، تعود إلى القرن الثاني قبل الميلاد. ويبدو أن القدرة والحاجة إلى رسم الخرائط ظاهرة عالمية. ومن أكثر أنواع الخرائط البدائية إثارة للإهتمام، نذكر خريطة القصب البحرية التي صنعها سكّان جزر مارشال في جنوب المحيط الهادىء. وتتكوّن هذه الخريطة من شبكة من ألياف القصب مرتّبة بحيث تبين موقع الجزر. وكان فنّ رسم الخرائط متطوراً جداً في حضارتيّ المايا والإنكا، وقد وضع شعب المايا بدءاً من القرن الثاني عشر للميلاد، خرائطاً للأراضي التي فتحوها.

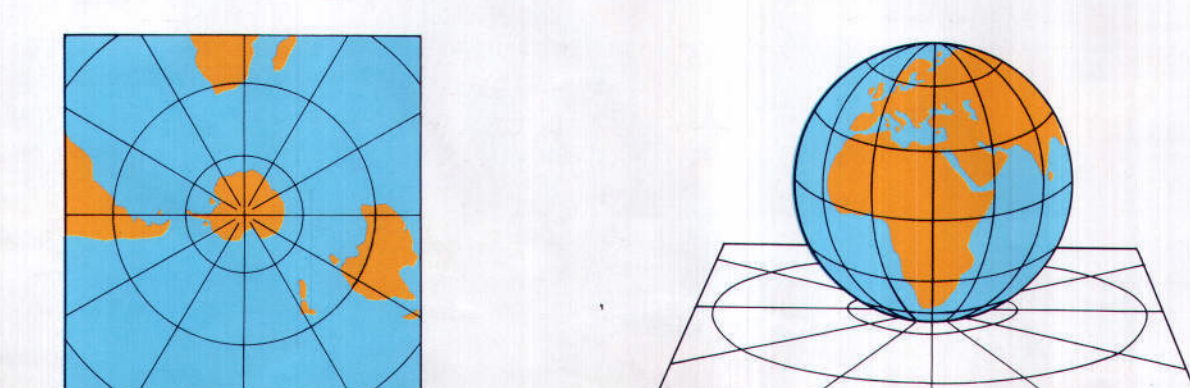
الإسقاط الأسطواني: إذا ما افترضنا أسطوانة من الورق ملفوفة حول كرة جغرافية مضاءة، يكون الإسقاط على الأسطوانة شبيهاً بخريطة أسطوانية الإسقاط. ويكون شكل القارّات، قرب وسط الأسطوانة، خالياً نسبياً من التشوّه، فيما تمتد المناطق القريبة من القطبين على نحو غير متناسب، مثلما هي الحال في الخريطة الأسطوانية الإسقاط.



الإسقاط المخروطي: إذا ما افترضنا مخروطاً من الورق موضوعاً فوق كرة جغرافية مضاءة، يكون الإسقاط على المخروط شبيهاً بخريطة مخروطية الإسقاط. ولا تشهّد هذه الخريطة أي تشوّهات تُذكر في المناطق المتوسطة البعد عن خطّ الإستواء، وهي مفيدة لدراسة البلدان، مثل بعض بلدان أوروبا، التي تقع في هذه المناطق.



الإسقاط السمتي: إذا ما افترضنا قطعة من الورق تمسّ كرة جغرافية مضاءة في نقطة واحدة، يكون إسقاط الكرة على الورق شبيهاً بخريطة سمّيتة الإسقاط. إن الخرائط السمّيتة الإسقاط خرائط مفيدة لدراسة المناطق القطبية، وذلك لأنّ القطبين يظهران عادة قرب وسط الخريطة، مع التواء الخطوط الطولانية عند القطبين وابتعادها بعضها عن بعض مع ابتعادها عن القطبين. لا تعرف المناطق القطبية تشوّهات تُذكر، لكنّ التشوّه يزداد مع اتجاه الخطوط الطولانية نحو المناطق الإستوائية.





خرائط التضاريس: هي نماذج ثلاثية الأبعاد أخذت من الفضاء الخارجي عن سطح منطقة معينة؛ ويُستعمل اللون والقياس في هذه الخرائط للدلالة على المعالم الجغرافية بدلاً من رسم الحدود السياسية فقط. ونظراً لهذه السمة، تُستعمل خرائط التضاريس على نطاق واسع في الهندسة وفي المجال العسكري. تبيّن هذه الخريطة القرن الأفريقي، شبه الجزيرة العربية، أوروبا وجزءاً من آسيا.



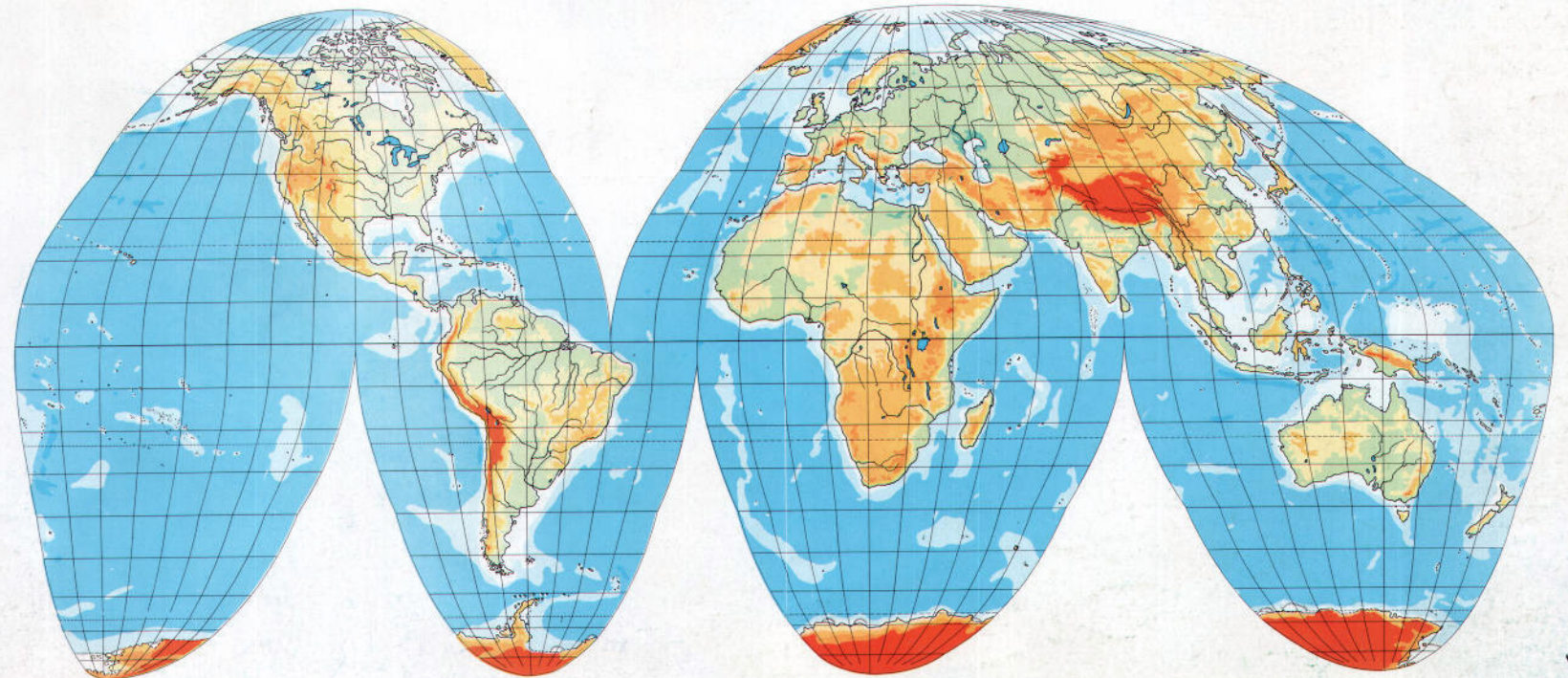
خريطة قديمة لجزء من أوروبا وأفريقيا: غالباً ما لبّت الخرائط القديمة حاجات متعدّدة. فقد وفّرت تفاصيل طوبوغرافية حول بلد معين، إضافة إلى معلومات حول المنطقة المتعلّقة ببلد الملاح. تعود هذه الخريطة إلى نحو سنة ١٦٠٠ ميلادية. (تابعة لأرشفيف «مكتبة الصغار»).

خلال الحرب العالمية الثانية في رسم الخرائط. ومع إطلاق القمر الصناعي باجيوس في العام ١٩٦٦ وأقمار لاندسات الثلاثة في السبعينات، تعمل الولايات المتحدة على إنجاز مسح جيوديسي كامل لسطح الأرض بواسطة تجهيزات فوتوغرافية شديدة التمييز. على الرغم من التحسينات الكبيرة في تقنيات رسم الخرائط والمعارف الخرائطية، لم تُمنح إلى اليوم أجزاء كبيرة من سطح الأرض. فعلى سبيل المثال، يستمرّ اليوم مسح أراضي قارة القطب الجنوبي.

ويعتقد أنّ أول خريطة تمثّل العالم المعروف هي تلك التي وضعها الفيلسوف الإغريقي أناكسيمندر في القرن السادس قبل الميلاد. وكانت هذه الخريطة دائرية، وتبيّن الأراضي المعروفة في العالم مجمّعة حول بحر إيجة في الوسط، ومحاطة بالبحر. إنّ إحدى أشهر الخرائط في العصر الكلاسيكي هي الخريطة التي رسمها الجغرافي الإغريقي إراتوستينيز حوالي ٢٠٠ قبل الميلاد. وقد مثّلت هذه الخريطة العالم المعروف من إنجلترا في الشمال الغربي إلى مصب نهر الجانج في الشرق وليبيا في الجنوب؛ وكانت أول خريطة تحمل خطوطاً مستعرضة متوازية تُظهر العروض الجغرافية المتساوية. وقد حملت الخريطة أيضاً بعض خطوط الطول، لكنها كانت غير منتظمة في تباعدها. حوالي سنة ١٥٠ للميلاد، أصدر العالم الاسكندردي بطليموس كتابه «الجغرافيا»، الذي يحتوي على خرائط للعالم، كانت أولى الخرائط المرتكزة على شكل صحيح رياضياً من أشكال الإسقاط الخروطي. لكنّ هذه الخرائط اشتملت على عدّة أخطاء، مثل الإمتداد المفرط لكتلة الأرض الأوروبية. بعد انهيار الإمبراطورية الرومانية، توقّف تقريباً رسم الخرائط في أوروبا؛ وكانت الخرائط الموضوعية في ذلك العصر تُخطّ عادة بأيدي الرهبان، الذين غالباً ما صوّروا الأرض بشكل غير صحيح. من جهة ثانية، وضع البخارة العرب واستعملوا خرائط بحرية دقيقة في الفترة نفسها. وضع الجغرافي العربي الإدريسي خريطة للعالم في العام ١١٥٤. وبدأ من القرن الثالث عشر تقريباً، وضع الملاحون المتوسطيون خرائط بحرية دقيقة للبحر المتوسط، وعادةً من دون خطوط طول أو خطوط عرض، ولكن مع خطوط تُظهر الاتجاهات الزاوية بين المرافئ الهامة. في القرن الخامس عشر، تمّ طبع نسخ من خرائط بطليموس في أوروبا؛ وقد مارست هذه الخرائط، طوال قرون، تأثيراً كبيراً على الخرائطين الأوروبيين.

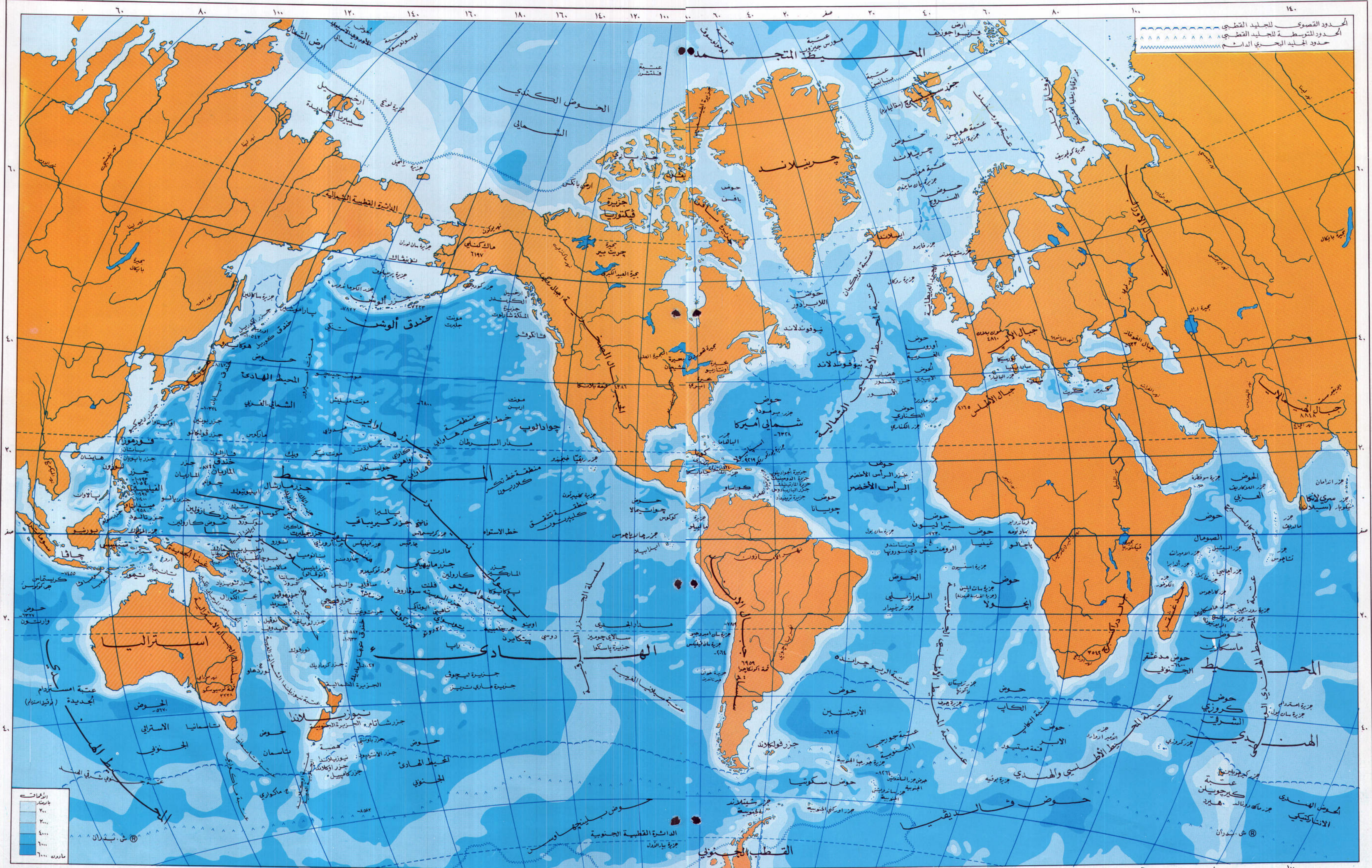
في العام ١٥٠٧، وضع الخرائطي الألماني مارتن فالدميولر أول خريطة معروفة تستعمل اسم أميركا للأراضي المستكشفة حديثاً في الجهة الأخرى من الأطلسي. تمّ طبع الخريطة في ١٢ لوحة منفصلة،

إسقاط جود المماثل الخطوط: في ١٩٢٣، وضع الجغرافي والخرائطي الأميركي ج. بول جود (من جامعة شيكاغو)، عن طريق الحساب الرياضي، إسقاط جود المتقطّع المماثل الخطوط. وتُرسّم الأرض في هذا الإسقاط في أجزاء متصلة غير منتظمة. إنّ الإحساس الذي يولّده هذا الإسقاط باستدارة الخريطة وضالة تشوّه الكتل الأرضية قد جعل من هذا الإسقاط الشكل المفضّل لوضع خرائط موضوعية Thematic يغطّي أنحاء العالم كافة. (أنظر لوحات رقم ١ - ٢ - ٣ - ٤ - ٥ - ٦).



المحيطات

المحيطات



حقائق مهمّة عن المحيطات

يعتقد معظم العلماء أنّ الحياة بدأت في المحيطات. وتدلّ أحفورات **Fossils** أحد أنواع الديدان البحرية إلى أنّ هذه الدودة لم تتغير صفاتها لأكثر من ٥٠٠ مليون سنة.

وما تزال أجسامنا تحمل بعضاً من المحيطات فيها. فجسم الإنسان البالغ يحتوي على ١٨ ليترًا من الماء المالح الذي يشبه في تركيبه مياه البحر. ويتحرك قاع المحيطات باستمرار. فقاع المحيط الأطلسي يتوسّع بمعدّل ٢,٥ سم في السنة، فيوسّع حوض المحيط. أمّا قاع المحيط الهادئ فيتوسّع بمعدّل أكبر يصل إلى ١٣ سم في السنة، لكنّ حوضه يظلّ على ما هو عليه، لأنّ المساحة الإضافية تعرق تحت القارّات المجاورة.

من النباتات البحرية، العشب البحريّ العملاق البني اللون الذي يمكن أن ينمو لارتفاع ٦٠ م، فيشكل غابات شاسعة تحت سطح مياه المحيطات. يمكن للتسونامي، وهي موجة شديدة القوّة تتسبّب بها الزلازل، أن تصل إلى سرعة ٩٧٠ كيلومتراً في الساعة، وتعتبر محيطاً بأسره.

ويعتقد العلماء أنّ مستوى محيطات وبحار العالم سيرتفع بمعدّل ٦٠ م في حال ذوبان الجليد في جرينلاند وأنتاركتيكا بشكل مفاجئ. وفي وضع كهذا، ستغرق مدينة نيويورك، ولا يبقى فوق سطح المياه سوى قمم أعلى ناطحات السحاب فيها.

المحيطات

المحيطات هي الكتلة المائية الضخمة التي تغطي أكثر من ٧٠٪ من سطح الأرض، وتشمل الكتلة أيضاً البحار. وتحتوي المحيطات والبحار ٩٧٪ من المياه الموجودة على الأرض.

تقدّم لنا المحطات الكثير من الأشياء. فهي
الإضافة إلى كونها مقصدًا للراغبين في السباحة
وركوب القوارب وغيرها من النشاطات الترفيهية،
معدّ مصدرًا للطعام والطاقة والمعادن. وتقل السفن
بضائع بين القارّات عبر المحطات. لكنّ أهمّ دور
لمحطات هو محافظتها على مناخ صحي في
جاء الأرض كافّة، وذلك بضبطها درجات حرارة
هواء وتزويدها بالغيوم والرطوبة اللازمة، ممّا يسبّب
ساقط الأمطار.

ولقاع المحيطات تضاريس مختلفة باختلاف
ضاريس اليابسة. فالقاع غني بالسهول الشاسعة
سلاسل الجبال الضخمة التي ترتفع قممها أحياناً
بشيرة فوق سطح الماء. وتنفجر براكين في القاع،
بما تمتد وديان عميقة لمسافات طويلة.

والخبطات مكان رائع لم نبدأ باستكشافه إلا منذ
ثلاثة قرون. ويعمل علماء الأوقيانوغرافيين
Oceanographers على استكشاف أسرار هذا
عالم المائي. ويهتمون بتحركات المحيط وتأثيره في
تلاف الجوى للأرض، كما يدرسون أنساليب حياة
الكائنات المحيطية، وكيف تؤثر القوى المختلفة في
تكوين القاع. وقد ساعدت الوسائل الحديثة
الأقمار الصناعية والكمبيوترات في توسيع
معلوماتنا حول المحيطات.

المحيط العالمى

تشكل المحيطات، جزءاً ترابطها، كتلة واحدة حتى المحيط العالمي أو المحيط الأرضي. لكنّ الدراسات تقسم المحيط العالمي إلى أجزاء رئيسية ثلاثة، بحسب المساحة: المحيط الهادي، والمحيط الأطلسي والمحيط الهندي. ويضمّ كلّ محيط كتلاً مائية أصغر حجماً تسمّى بحاراً وخليجاناً وأجواناً. شر على هامش المحيطات، فالبحر الكاريبي المتوسط، على سبيل المثال، جزءان من المحيط الأطلسي؛ وبحر بيرينج وبحر الصين الجنوبي جزءان من المحيط الهادي. وقد تعني كلمة Sea الإنجليزية عموماً،

ويقع محيط رابع صغير يسمى المحيط المتجمّد الشمالي، شمال آسيا وأوروبا وأميركا الشمالية. ويرى الكثير من الجغرافيين أنّ هذا المحيط جزء من الأطلسي، ويسمونه البحر المتجمّد الشمالي.

وعند الطرف الجنوبي للأرض، يتلاقى الهادي،
الأطلسي والهندي قرب أنتاركتيكا. ويسمى بعض
الناس المياه المحيطة بهذه القارة المتجمدة المحيط
للمتجمد الجنوبي أو البحر الجنوبي، فيما يرى الكثير
من الجغرافيين أن هذه المياه ليست سوى الأجزاء
الجنوبية من محيطات ثلاثة، وليست محيطاً مستقلاً.
يحتوي المحيط العالمي ٩٧.٩% من مياه الأرض.
يوجد معظم القسم الباقي متجمداً في الأنهار
جليدية. أما القسم القليل الآخر، فيوجد في
البحيرات والأنهار والمياه الجوفية، وعلى شكل بخار
في الهواء.

لمساحة: يغطي المحيط العالمي حوالي ٧٠٪ من سطح الأرض، ويقع معظمه في النصف الجنوبي لكرة الأرضية، أي جنوب خط الاستواء.

إن أكبر المحيطات على الإطلاق هو المحيط الهادئ الذي تصل مساحته إلى ١٨١ مليون كم^٢، يحوالي ثلث سطح الأرض. وفي المحيط الهادئ، حوالي نصف مياه المحيط العالمي؛ ويمكن لهذا المحيط أن يستوعب الغازات كلها دفعة واحدة. ويصل عرض المحيط الهادئ قرب خط الاستواء إلى ٢٤.٠٠٠ كم، وذلك بين باناما وشبه جزيرة ألزيلا. وتقع أميركا الشمالية والجنوبية إلى شرق المحيط، وآسيا وأستراليا إلى غربه. وإلى الشمال، يقع مضيق بيرينج ويبرط المحيط الهادئ بياه القطب الشمالي.

وتبلغ مساحة المحيط الأطلسي حوالي ٩٤ مليون
م^٢، إذا استثنينا مياه القطب الشمالي. وتقع أوروبا
فريقيا إلى شرقه، وأميركا الشمالية والجنوبية إلى
جنوبه.

٢٠. ويمتد المحيط الهندي على مساحة تبلغ ٧٤ مليون
م. وتقع أفريقيا إلى غربه، وأستراليا وأندونيسيا
شرقه، فيما تحده آسيا من الشمال.

عمق: للسحيط العالمي، عمق متوسط يساوي ٣٧٣٣م، دون أن يعني ذلك أن بعض المواقع في المحيط لا تصل إلى أعماق أكبر. تقع أعماق المحيطات في أوقيانوسات العالم، وهي أوقيانوسات عميقة في قاع البحر. تقع الأعماق المعروفة في المحيطات الحدودية في

غربي المحيط الهادئ، بالقرب من جزيرة جوام. ويصل عمق هذا الأخدود إلى ١١.٠٣٤ م تحت سطح البحر. وفي حال وُضع جبل إيفريست، أعلى جبال العالم (٨٨٤٨ م) في أخدود ماريان، لبقى مغموراً تحت المياه بعمق ٢ كم تقريباً.

والخيط الهادي، أعْمَقُ الخيوطات، ويصل معدّل عمقه إلى ٣٩٩٤م. أما الخيط الأطلسي فأشجَلُ خيوطات معدّل عمق يصل إلى ٣٥٨٠م. أعْمَقُ مواقع الخيط الأطلسي أُنْدُودُ بورتوريكو الذي يقع على عمق ٨٦٤٨م. أمّا معدّل عمق الخيط الهندي يصل إلى ٣٨٤٥م، وأعمق نقطة فيه أُنْدُودُ جافا عمق ٧٧٢٥م.

درجة الحرارة: تراوح درجة حرارة سطح المحيط
عالمي بين حوالي 2° مئوية عند القطبين الشمالي
الجنوبي، وحوالي 30° مئوية قرب خط الاستواء.

عند القطبين تتجمّد مياه البحر السطحيّة، فيما تعتبر مياه المداريّة في المحيط الهادئ أدفأ مياه المحيط عالمي. وتؤثّر التيارات المحيطيّة في درجة حرارة المياه

سطحية. وحين تتحرك التيارات، تحمل المياه الدافئة إلى القطبين، فيما تجلب حركات محيطية أخرى مياهاً أبرد وأعمق إلى السطح، تخفض درجة حرارة المياه السطحية.

وتختلف درجة حرارة المحيط باختلاف العمق، هي تنخفض إجمالاً مع ازدياد العمق. ويصل عمق مياه السطحية الدافئة إلى عمق ١٥٠ م في المدارات، إلى حوالي ٣٠٠ م في شبه المدارات. وتنخفض درجة الحرارة بسرعة تحت المياه السطحية، وتشكل بقعة تسمى المتدرج الحراري Thermocline الذي

محدد الحراري، تبرد مياه المحيط ببطء أكبر، مقارنةً
باليه الواقعة فوقه. وبالقرب من قاع المحيط، تراوح
درجة حرارة المياه بين ٦° و ٤° مئوية.

لكن هذه المياه تشتهر بأملاحها التي يصل
بذل نسبتها المئوية في المياه إلى حوالي ٣,٥٪.
ساهم ستة عناصر في ٩٩٪ من ملوحة مياه

ويط؛ وهذه العناصر، مرتبة بحسب كميتها:
 ثلوريد والصوديوم والكبريت (الموافر بشكل
 المغنسيوم والكالسيوم واليوتاسيوم.
 معظم المادة الماخلة في مياه المحيط مؤلف من
 وريد الصوديوم أو ملح الطعام.

وينتج الكثير من أملاح مياه المحيط عن اهتراء
صخور فوق اليابسة. فعندما تنفتحت هذه الصخور،
رُف الأنهار مكوّناتها المحيية والمواد الأخرى
الاجمة عن تنفتت إلى المحيط. وتساهم المواد
الذوّة من البراكين والمتفجرة في النابع تحت

طاح المحيط، في ملوحة مياه المحيط. ويؤثر التبخر
المطر في درجة الملوحة. فالتبخر يزيد بعض المياه
مذبة من سطح المحيط مخلقا الأملاح. ويبلغ التبخر
سواء في المناطق شبه المدارية، لذلك تكون المياه
سطحية في هذه المناطق مالحة. ويبعد المطر المياه
مذبة إلى المحيط. ويقف المطر التبخر في المناطق
ستوائية بحيث تبلغ ملوحة المياه السطحية هناك

ى مستوى لها. وتجلب الأنهار المياه العذبة إلى
يطات، ما يخفف ملوحة مياه المحيط قرب
بات الأنهار.

المحيط في المناخ: يساهم المحيط العالمي في جعل
الأرض صحياً. فحجم المحيط الشاسع وبطء
تغير درجة حرارتها يثبتان درجة حرارة

لأف الجوِّي. ويخزن المحيط صيفاً حرارة إضافية الشمس ليطلقها شتاءً صوب الهواء، عندما ينشأ أشعة الشمس ضعيفة. ويؤثر دوران مياه المحيط درجات حرارة الهواء. فالتيارات تحمل فائض

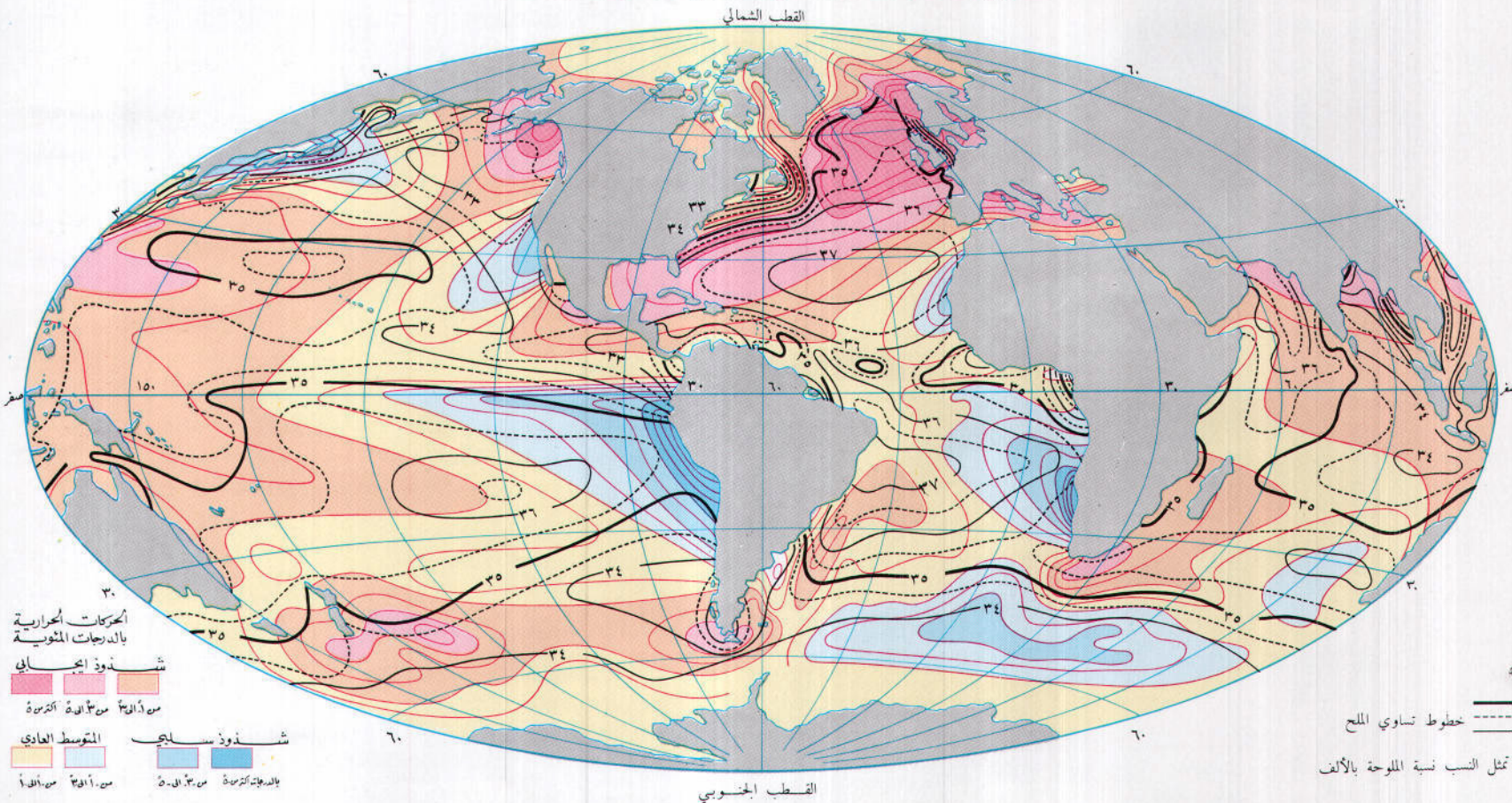
إدارة في المناطق المدارية إلى القطبين، وتنخفض درجة الحرارة في المدارات وترتفع في القطبين. والمحيط مصدر معظم مياه المطر الهائل على سطح الأرض. فحرارة الشمس تبخر المياه من سطح المحيط، وترتفع المياه بشكل بخار غير مرئي لتشكل السحب. وعندما يبرد البخار، وتعود المياه إلى الأرض بشكل مطر أو ثلج.

فكيف يتحرك المحيط؟
يتحرك مياه المحيط باستمرار. فالتيارات المحيطية
المحيط مثلاً أنهار عملاقة. وتخلط المياه

لازل موجات عبر سطح المحيط. كما أنّ للقمر
شمس جاذبية تسبب بعض الحركات المحيطية
تعرف بالمدّ والجزر.

رات: يخلق نوعان من الدوران تيارات المحيط
ما: الدوران الذي تدفعه الرياح والدوران الملحي
Thermohaline. رتي

تتبع الدوران الذي تدفعه الرياح عن الرياح التي
على سطح المحيط. فالرياح تحرك المياه السطحية
تيارات. وتجري التيارات عادة أفقياً - أى موازية

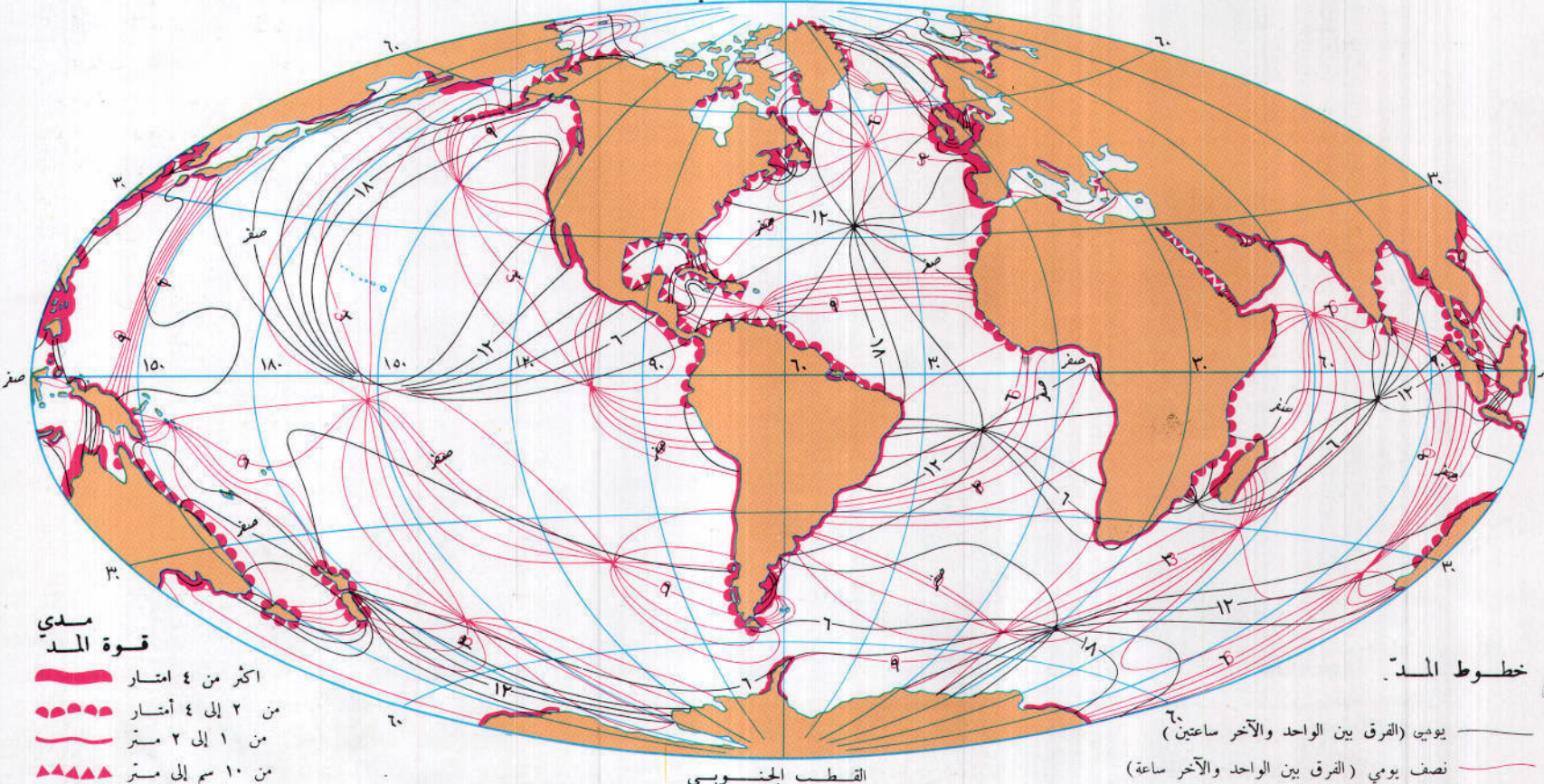


لاحظ انتظام الوضع الحراري وتناسقه، خصوصاً في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية حيث مساحة المحيطات تفوق بكثير مساحة اليابسة.

ثم إن الحرارة السليبة أو الإيجابية لها علاقة مباشرة بخط سير التيارات الحارة والباردة (البيرو أو همبولت، بنجويلا، ألaska، الأوياسيو، اليابان أو كوروشيو الخ...)

حركة المدّ والجزر تبلغ حدّها الأقصى في البحار المفتوحة، وحدّها الأدنى في البحار المقفلة.

ظاهرة المدّ والجذر
القطب الشمالي



سطح الأرض. ولا تؤثر الرياح إلّا في المياه الواقعة بين سطح المحيط وعمق ١٠٠ إلى ٢٠٠م. لكنّ التيارات التي تدفعها الرياح تجرف المياه الواقعة على عمق ١٠٠٠ م أو أكثر.

تتحرك التيارات التي تدفعها الرياح في أنماط دائرية كبيرة الحجم تدعى دوّامات Gyres. وتدور الدوامة باتجاه دوران عقارب الساعة في المناطق شبه المدارية الواقعة شمال خطّ الاستواء، وعكس دوران عقارب الساعة في المناطق المائلة جنوب خطّ الاستواء. وتؤثر ظروف عدّة في اتّجاه التيارات التي تدفعها الرياح وتجعلها تتشكّل دوّامات. فأنظمة الرياح على الأرض تدفع التيارات شرقاً أو غرباً. وتحدّد القارّات اتّجاه التيارات شمالاً أو جنوباً. ويجعل دوران الأرض التيارات تدور في أنماط دائرية. وأبرز التيارات التي تدفعها الرياح تيار الأبرادور وتيار البيرو وتيار الاستوائي الشمالي وتيار الاستوائي الجنوبي وتيار كاليفورنيا وتيار الكناري وتيار الجولف سترم وتيار اليابان. ويُعدّ التيار حول القطب الشمالي، الذي يسمّى أيضاً تيار الانسياف المحيطي الغربي، أقوى التيارات المحيطية والتيار الوحيد بينها الذي يلفّ الأرض.

وفي بعض المناطق، تحصل ظاهرة ارتفاع مياه سطح المحيط Upwelling، عندما تدفع الرياح مياه سطح المحيط قرب الشواطئ بعيداً عن هذه الشواطئ. وتبعاً لذلك، ترتفع المياه العميقة الباردة والغنيّة بالموادّ الغذائية إلى السطح قرب الشاطئ، وتساهم هذه الظاهرة بتأمين الغذاء لكائنات دقيقة شبيهة بالنبات، تعيش عليها الأسماك والحيوانات البحرية الأخرى. ولذلك تكثر الأسماك في المناطق المعرضة لهذه الظاهرة، وتؤمّن هذه المناطق نصف حاجة العالم إلى السمك. أبرز هذه المناطق، تلك الواقعة أمام سواحل البيرو والشواحل الشمالية الغربية لأفريقيا وتلك الواقعة بمحاذاة خطّ الاستواء وحول أنتاركتيكا. وقد تسبّب الرياح ظاهرة معاكسة هي انخفاض مياه سطح المحيط Downwelling التي تمتاز بنقص الموادّ الغذائية وضعف الحياة البحرية فيها.

أمّا الدوران الملحيّ الحراريّ، فينتج تيارات عموديّة كبيرة تندفع جيئةً وذهاباً بين سطح المحيط وقاعه. وتنتج التيارات هذه، بشكل كبير، عن الفروقات بين درجات حرارة المياه وملوحتها. فالتيارات تتحرك ببطء من المناطق القطبية بمحاذاة قاع المحيط، وتعود مجدّداً إلى السطح. في المناطق القطبية، تبرد المياه وتزداد ملوحتها فتصبح أثقل وزناً وتغوص باتجاه قاع المحيط، فتنتشر مياه القاع الباردة ببطء باتجاه خطّ الاستواء لتعود إلى السطح وتحلّ محلّ مياه السطح التي تغوص.

الموجات: في موجة محيطيّة، تتحرك المياه صعوداً وهبوطاً، ولا تحدث أيّ حركة أماميّة للمياه أثناء انتقال الموجات. وتمثّل أيّ موجة محيطيّة الموجات التي يمكن للإنسان أن يشكّلها في جبل مربوط إلى شجرة. عندما يحرك الإنسان الطرف الطليق للجبل، تنتقل موجات عليه دون أن ينتقل الجبل نفسه من مكانه. لكن حين تصل موجة محيطيّة إلى الشاطئ، تبدأ بالاندفاع إلى أسفل فتتحرك المياه نفسها هذه المرة.

تخلق الرياح معظم الموجات المحيطيّة، بدءاً بأصغر

الموجات وانتهاءً بالموجات الإعصارية التي يجاوز ارتفاعها ٣٠م، كما تخلق التكسر المألوف للموجات التي تُرى على الشّواطئ ومن على السفن. ويعتمد حجم الموجة على سرعة الريح ومدّة هبوبها والمسافة التي تهبّ عليها فوق سطح المحيط. ومع استمرار هبوب الريح، يصل حجم الموجة إلى أقصاه قبل أن تتكسر الموجة على الشاطئ. وتسمّى الموجة المتكسرة موجةً مزبدة. وبعد هدوء الرياح، تستمرّ الموجة في انتقالها على سطح المحيط، وربما قطعت مسافة طويلة جداً. وبعداً عن نقطة انطلاقها، تصبح الموجة أنعم وأطول. وحين تصل إلى الشّاطئء تتكسر.

وتغيّر حركة الموجات المحيطية مظهر الساحل، فتخلق منحدرات حادّة وجرفاً شاهقة، وتحطّم الصخور المكشوفة وتشكّل الشواطئ. وترسم حركة الموجات والتيارات شكل الخطّ الساحليّ، وتراكم رواسب رملية على امتداد الساحل. وتجرف الموجات رمال الساحل، لا سيّما خلال العواصف حين تكون الموجات عالية ومتلاطمة.

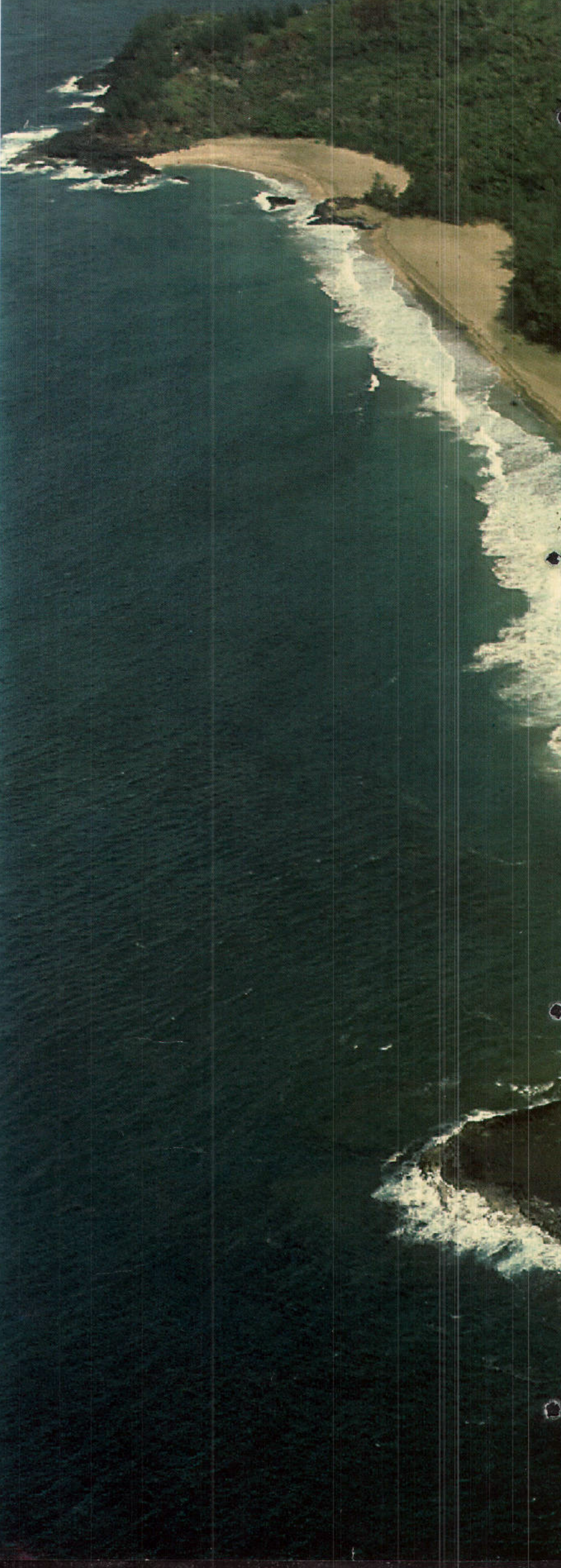
وتتكوّن موجات أخرى بسبب الحركات المفاجئة لقاع المحيط، لا سيّما خلال الزلازل. وتسمّى الموجة في هذه الحال تسونامي، وهو تعبير يستخدمه العلماء، فيما يطلق بعض الناس اسم الموجة المدّيّة Tival Wave على هذا النوع، على الرّغم من أنّها ليست ناتجة عن حركة المدّ. وفي المحيط المفتوح، إنّ موجة التسونامي ليست مرتفعة، ولكنها تنتقل بسرعة قد تصل إلى ٩٧٠ كم في الساعة، ولذلك حين تقترب موجات التسونامي من الساحل تتيباطأ وتتراكم ليصل ارتفاعها إلى مستويات كبيرة، وتسبّب أضراراً فادحة على السّواحل. وقد دثرت موجات التسونامي مدناً كبيرة وأغرقت مئات الثّاس. وتضرب هذه الموجات في معظم الأحيان الأراضي الواقعة في المحيط الهادئ أو المحيطة به. لكنّ العلماء، لحسن الحظّ، قادرون على حساب سرعة التسونامي، وهم يحذّرون الناس في المناطق المهدّدة قبل وصول الكارثة.

أرض قاع المحيط

قاع المحيط منطقة من التناقضات المثيرة. فتحت سطح البحر، تمتدّ سهول على مسافات شاسعة، وترتفع سلاسل جبال شاهقة، ويصل بعض البراكين إلى سطح المياه، وتنتشر أخاديد ووديان.

الهامش القاريّ: يشكّل الهامش القاريّ Continental Margin الجزء الملاصق للقارّات من قاع المحيط. وهو يتألّف من الرّف القاريّ Continental Shelf، والسفّح القاريّ Continental Slope والمطلع القاريّ Continental Rise.

الرّف القاريّ هو الأرض المغمورة بالمياه على طرف القارّات، ويبدأ عند الخط الساحليّ وينخفض تدريجيّاً تحت الماء، ومعدّل عمقه حوالي ١٣٠م. ويصل معدّل عرض الرّف القاريّ إلى ٧٥ كم، لكنّ هذا العرض في بعض المناطق، لا سيّما في المنطقة القطبية الشماليّة، يصل إلى ١٢٠٠ كم؛ وفي مناطق أخرى، كتلك المشرفة على المحيط الهادئ، لا يتجاوز ١,٦ كم أو أقلّ من ذلك. وتقطع وديان مختلفة العمق الرّف القاريّ الذي يتلقّى قسماً كبيراً



من الرواسب الرملية والوحلية التي تحملها الأنهار إلى المحيط.

ويبدأ السفح القاريّ عند الطرف الخارجي للرّف. والسفح أشدّ انحداراً من الرّف، ويصل عمقه إلى ٣,٦ كم. ويشكّل السفّح في الواقع أطراف القارّات. ويراوح عرضه بين ٢٠ و١٠٠ كم. وتخترق السفّح في أكثر من موقع، وديان ضيّقة عميقة مغمورة بالمياه؛ ويقفّ حجم بعض هذه الوديان وادي الجراند كانيون في أميركا الشماليّة. ويقع معظم هذه الوديان أمام مصباتّ أنهار، ويُعتقد أنّ أنهاراً قديمة شكّنت هذه الوديان. وربما شكّلت حركة الزّواصب على قاع المحيط بعض الوديان.

ويتألّف المطلع القاريّ من رواسب منجرفة من الرّفّ والسفّح القاريّين، ومتراكمة عند قاع السفّح. وتمتدّ الزّواصب الكثيفة التي تشكّل المطلع حوالي ١٠٠٠ كم بدءاً من آخر السفّح.

القسم والوديان والسهول تحت الماء: تقع هذه التضاريس خلف الهامش القاريّ. تشكّل حيدود (أو سلاسل) وسط المحيط معلماً رئيسيّاً من معالم حوض المحيط. وهي تتألّف من سلسلة جبليّة رئيسيّة تمتدّ حوالي ٦٠,٠٠٠ كم عبر المحيطات الرئيّسيّة الثلاثة. وقد اكتشف العلماء القسم الموجود في كلّ محيط على حدة، وأعطوه اسماً مستقلاًّ وهو حيد وسط الأطلسيّ Mid-Atlantic Ridge ومطلع شرقيّ الهادئ East Pacific Rise وحيد وسط الهنديّ Mid-Indian Ridge. ويرتفع معظم جبال الحيدود حوالي ١٥٠٠ م فوق قاع المحيط وتخترق أودية عميقة الحيدود في أماكن عدّة، فزيد من وعورة القاع وتمزّقه. وبعض الحيدود وديان تشقّها في وسطها. ويكثر النشاط البركانيّ في هذه الوديان المركّزة.

وتحدر جوانب الحيدود إلى مناطق شاسعة تسمّى سهولاً غوريّة Abyssal Plains، وتغطّي الزواصب معظم معالم هذه السهول المسطّحة إجمالاً. وتنتج الزواصب عن تفتّت الصّخور على اليابسة وانجراف الفتات في الأنهار إلى المحيط. وتحمل الرياح بعض رواسب اليابسة – لا سيّما من الصّحاري – إلى المحيط كما تنثر الثّورات البركانيّة كميات كبيرة من الزواصب فوق المحيط. وتنتج الحياة البحرية قسماً كبيراً من الزواصب التي تغطي سهول قاع المحيط. أبرز هذه الرواسب، الأصداف الصغيرة وبقايا الكائنات الميتة في العوالق (كائنات حيّة دقيقة معلّقة في الماء وتفتت بها الأسماك). وحين تشكّل هذه الموادّ جزءاً كبيراً من الزّواصب، يطلق العلماء عليها اسم الزّزغات Oozes.

ومن معالم قاع المحيط الأخرى، الأخاديد الطويلة والضيّقة والجبال المعزولة تحت الماء والمسّاة جبالاً بحريّة. وتشكّل الأخاديد أعمق المواقع تحت سطح الماء. وتنتج الجبال البحرية عن الانفجارات البركانيّة، وتتميّز بسفوحها الحادة، فيما يمكن أن يصل ارتفاعها إلى ٤,٠٠٠ م فوق قاع المحيط.

كيف تشكّل القاع؟ منذ أواخر القرن التاسع عشر، طوّر العلماء عدّة نظريّات لشرح كيفيّة تكوّن قاع المحيط. وقد حصلت نظريّة الانجراف القاريّ على اهتمام كبير خلال بدايات القرن العشرين. وتقول هذه النظريّة إنّ القارّات كانت بداية كتلة ضخمة من اليابسة يحيط بها محيط واحد. وقد تفتّتت الكتلة إلى قارّات تباعدت مع الوقت، وتفسر النظريّة

تطابق شكل الشاطئ الشرقيّ للأميركتين مع شكل الشاطئ الغربيّ لأفريقيا، بحيث تبدو القارّات الثّلاث مثل قطع في أحجية الصّور المقطوعة. وقد تشكّلت محيطات جديدة كالأطلسيّ والهنديّ جزءاً هذا التّباعد.

وقد رفض الكثير من العلماء هذه النظريّة في البداية، لأنّ أحداً لم يستطع تفسير ماهيّة القوى التي دفعت بالقارّات إلى التّباعد. وفي السّتينات، ظهرت نظريّة توسّع قاع البحر لتقدّم شرحاً. فهذه النظريّة تقول إنّ قاع المحيط نفسه يتحرك حاملاً القارّات معه، وإنّ الحركات الدائريّة في أعماق غلاف Mantle الأرض – أي الطبقة السميكة من الصّخور المصهورة والحارّة تحت قشرة الأرض – هي التي تجعل قاع البحر يتحرك. وتحمل الحركات الدائريّة في الغلاف، الصّخور المصهورة إلى حيدود وسط المحيط، وتدفعها في الوديان المركّزة في هذه الحيدود. وحين تبرد هذه الصّخور وتتصلّب، تشكّل قاعاً جديداً يدفع القاع القديم والقارّات بعيداً عن الحيدود.

وتجمّع نظريّة ثالثة، نظريّة تكتونيّة الصفائح، أفكار النظريّتين السابقتين وتضيف إليهما الكثير. بحسب هذه النظريّة، تتألّف قشرة الأرض من صفائح ضخمة وصلبة تتحرك باستمرار حاملةً معها قاع المحيط والقارّات. وتساوي الحركة النسبيّة لصفيحتين متجاورتين حوالي ١ إلى ١٠ سم في السنة. ويختلف تأثير حركات الصفائح في قاع المحيط والقارّات باختلاف اتّجاه هذه الحركات. فتوسع قاع البحر (نشوء قاع جديد) يحدث حيث تتباعد الصفائح، وتكون حيدود وسط المحيط معالم المناطق التي تشهد هذه الظّاهرة.

عندما تتباعد الصّفائح في مكان، يجب أن تقارب في مكان آخر. عندما تتصادم صفيحتان، ترتفع إحداهما فوق الأخرى، فتتشكّل جبالاً أو تدخل إحداهما في الغلاف تحت الأرض فتتشكّل خنادق وبراكين. وتحصل الزلازل عند حدود الصفائح أو بالقرب منها. فعند هذه الحدود، تتباعد الصفائح أو تتصادم أو تنزلق بمحاذاة بعضها البعض. وتزداد مساحة المحيط الأطلسيّ ببطء، فيما يضيق المحيط الهادئ بسبب تكتونيّة الصفائح.

وتتألّف القشرة المحيطيّة، وهي ذلك الجزء من قشرة الأرض الذي يشكّل قاع المحيط، من صخر صلب يسمّى البزلت. وتقع القارّات على القشرة القاريّة المؤلّفة إجمالاً من الجرانيت. وبما أنّ الجرانيت أخفّ من البزلت، تبدو القشرة القاريّة وكأنّها تطفو على الغلاف فوق القشرة المحيطيّة. ولأنّ أحواض المحيط غائرة، تستجمع المياه. وقد وضع العلماء عدّة نظريّات لتفسير امتلاء الأحواض بالمياه في البداية. لكنّ معظمهم متّفق أنّ الماء جاء من قلب الأرض، وأطلق بشكل بخار عبر البراكين. وحين بردت الأرض، تكثّف البخار وأنتج كميات من الماء هطلت أمطاراً ومأّت الأحواض المحيطيّة.

استكشاف المحيط

لماذا نستكشف المحيط؟ المحيط مصدر للطعام والطّاقة والمعادن والأدوية. وهو مهمّ للنقل والتجارة ورياضات التّجديف والصيد والسّباحة وغيرها. ويؤثّر تفاعل المحيط والغلاف الجوّي في ظروف المناخ والطقس. ونعتمد على المحيط في طرق كثيرة،



موجة إعصارية تتجاوز ارتفاعها ٣٠ متراً



موجة متذبذبة

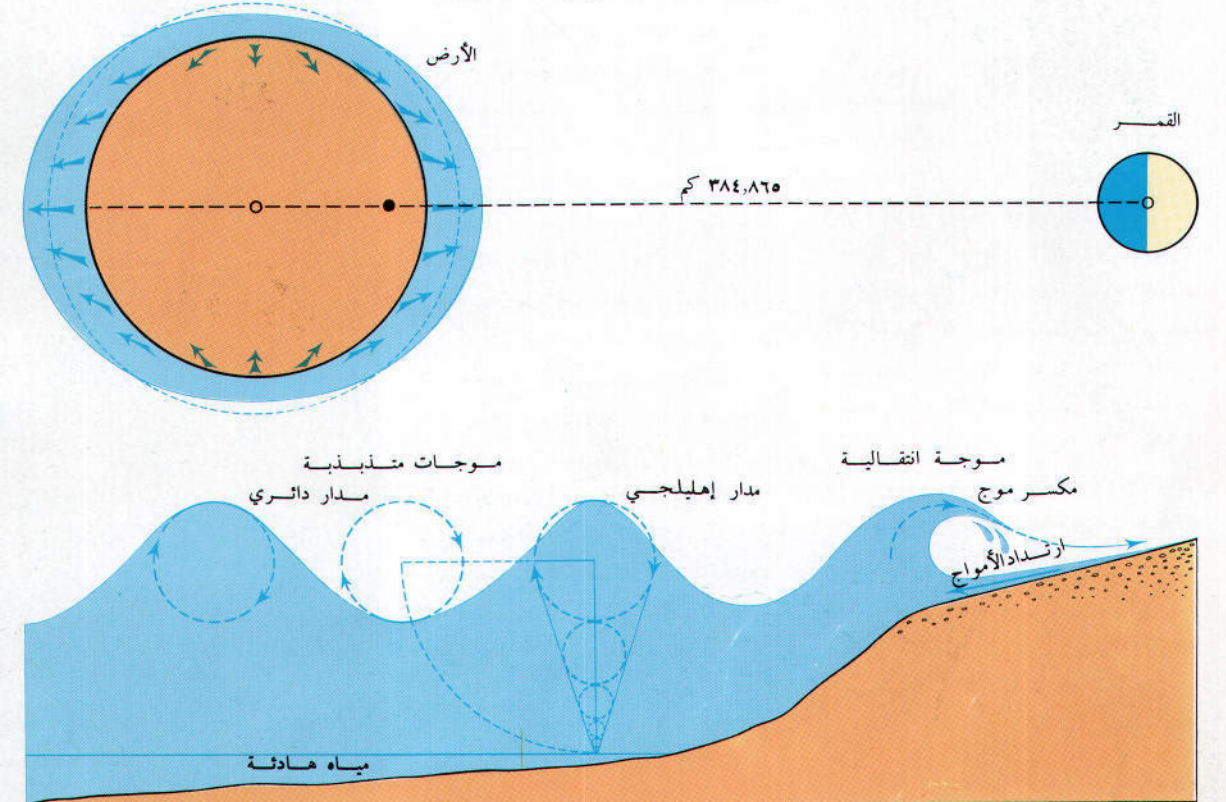
نلاحظ هنا انتشاراً واسعاً للطمي المحتوي على رواسب حيوانات منخرية وأخرى مجنحة الأرجل، وذلك في الأعماق البحرية التي تتراوح بين ٢٠٠٠ م و ٤٠٠٠ م وتقدر بـ ١٢٨ مليون كم^٢. هذا بالإضافة إلى الطين الأحمر والغرين ذي الرواسب الشعاعية، اللذين يترسبان في أعماق تزيد على ٤٠٠٠ م وتبلغ مساحتها ١٣٣ مليون كم^٢.

المنزلة من السفن. ويحمل بعض الغواصات طاقماً بشرياً، مثل الغواصتين الأميركيتين ألفين Alvin وتورتل Turtle. ويعمل الفريق على تصوير القاع مستخدماً ذراعاً ميكانيكية تمتد خارج الغواصة. وتعمل الذراع على جمع العينات ووضع آلات البحث. ويرسل العلماء غواصات غير مأهولة تحمل آلات تصوير تلفزيونية يشغلها العلماء من سفن على سطح المياه. في العام ١٩٨٥، وجدت غواصتان غير مأهولتين، وهما أرجو Argo الأميركية وسار Sar الفرنسية، وحطام التيتانيك Titanic، سفينة الركاب البريطانية التي غرقت في المحيط الأطلسي في العام ١٩١٢. وقامت الغواصتان باستكشاف الحطام وجمع معلومات هامة عنه. وقد تحمل الغواصات غواصين إلى الأعماق يخرجون من المركبات ويستكشفون القاع مباشرة. وترسل الأقمار الصناعية المعلومات التي تجمعها المنصات العائمة وسائر الأدوات إلى

على سفنهم، مثل آلات التصوير الخاصة بالأعماق التي تستعمل لتصوير القاع. وترسل آلات إلكترونية موجات صوتية، وتسجل الأصدا المرتدة على القاع لتحديد عمق المياه. من أقوى آلات التسجيل، تلك التي تلتقط الأصدا المرتدة من داخل قشرة الأرض، وهي تعطي العلماء معلومات عن تركيب القشرة. ومن الآلات ما يستعمل لجمع عينات من مياه البحر من أعماق مختلفة، وذلك لقياس درجات الحرارة والملوحة وخصائص أخرى. وتجمع شبكات تجرها السفن، عينات من الحياة البحرية لتخضع لبحوث لاحقة. ومن الأدوات ما يطفو على سطح الماء، كالمصنعة العائمة Mooring Buoy، وهي مرتبطة برساة بواسطة كبل. توضع المنصة العائمة على سطح الماء أو على عمق معين، وتربط عدة أدوات إلى الكبل. من هذه الأدوات ما يقيس سرعة تيارات المحيط واتجاهها على أعماق مختلفة، ومنها ما يقيس درجة

ولذلك نريد أن نعلم كل ما نستطيع أن نعرفه عنه. وإذا استكشفت المحيط ووشعنا معلوماتنا عنه، نتمكن من تحسين إدارتنا موارده. **أدوات الاستكشاف:** لكي يفهم العلماء المحيط بشكل أبسط، عليهم أن يجمعوا المعلومات حول ظروفه. ومن الأدوات التي يستخدمها الأوقيانوغرافيون في عملهم: سفن الأبحاث، غواصات الأبحاث، الأقمار الصناعية والكومبيوترات. يصل طول سفينة الأبحاث حوالي ٣٠ إلى ٩٠ م، وتضم مختبراً يسهل للعلماء بحثهم، وهم في البحر. ويسافر الأوقيانوغرافيون على سفن الأبحاث لمراقبة الظواهر المحيطية وإجراء القياسات. ويبقى كثيرون منهم في البحر لأسابيع أو شهور متواصلة. وكثيراً ما يعملون في بحار مائج أو في أماكن بحرية بعيدة. يستخدم العلماء أنواعاً مختلفة من الأدوات

حركة المد والجزر



حركة المد والجزر، في البحار والمحيطات، سببها جاذبيتنا القمر والشمس، بالإضافة إلى القوى النابذة الناتجة عن حركة دوران الأرض حول نفسها.

الموج هو نتيجة تأثير الرياح، على سطح المياه، التي ترسم مداراً على شكل حلقة ذات قطر متناقض كلما ازداد العمق.



موجة إنتقالية «مكسر موج»



موجة مدار إهليلجي

الأوقيانوغرافيين على البر. وتصوّر الأقمار المحيط من مواقعها في مدارات حول الأرض، وتوزّع الجليد البحري ويقع النفط، وتشكّل الغيوم فوق المحيط. وتستخدم الأقمار أيضاً لرسم خرائط حرارية ولونية لسطح المحيط، وهذه الخرائط تساعد العلماء على دراسة التغيرات اليومية الطّائرة على طرق التيارات المحيطية وأتماطها. ويزداد اعتماد الأوقيانوغرافيين، يوماً بعد يوم، على الأقمار الصناعية لأنّها تقدّم معلومات أوسع وبسرعة أكبر ممّا هي الحال مع سفن الأبحاث.

وتساعد الكومبيوترات الأوقيانوغرافيين على جمع كمّيات هائلة من المعلومات الواردة من الأقمار الصناعية والأجهزة التي تحملها سفن الأبحاث وتحليل هذه المعلومات. ويستعمل العلماء الكومبيوترات لخلق نماذج، وهي تصوّرات رياضية، لحركات المحيط وتركيبه. وينكبّ العلماء على دراسة النماذج لفهم ظواهر المحيط وتوقع تطوّرها واستيعاب تأثيرها على الغلاف الجوّي.

التيّارات البحريّة

تيار اللابرادور

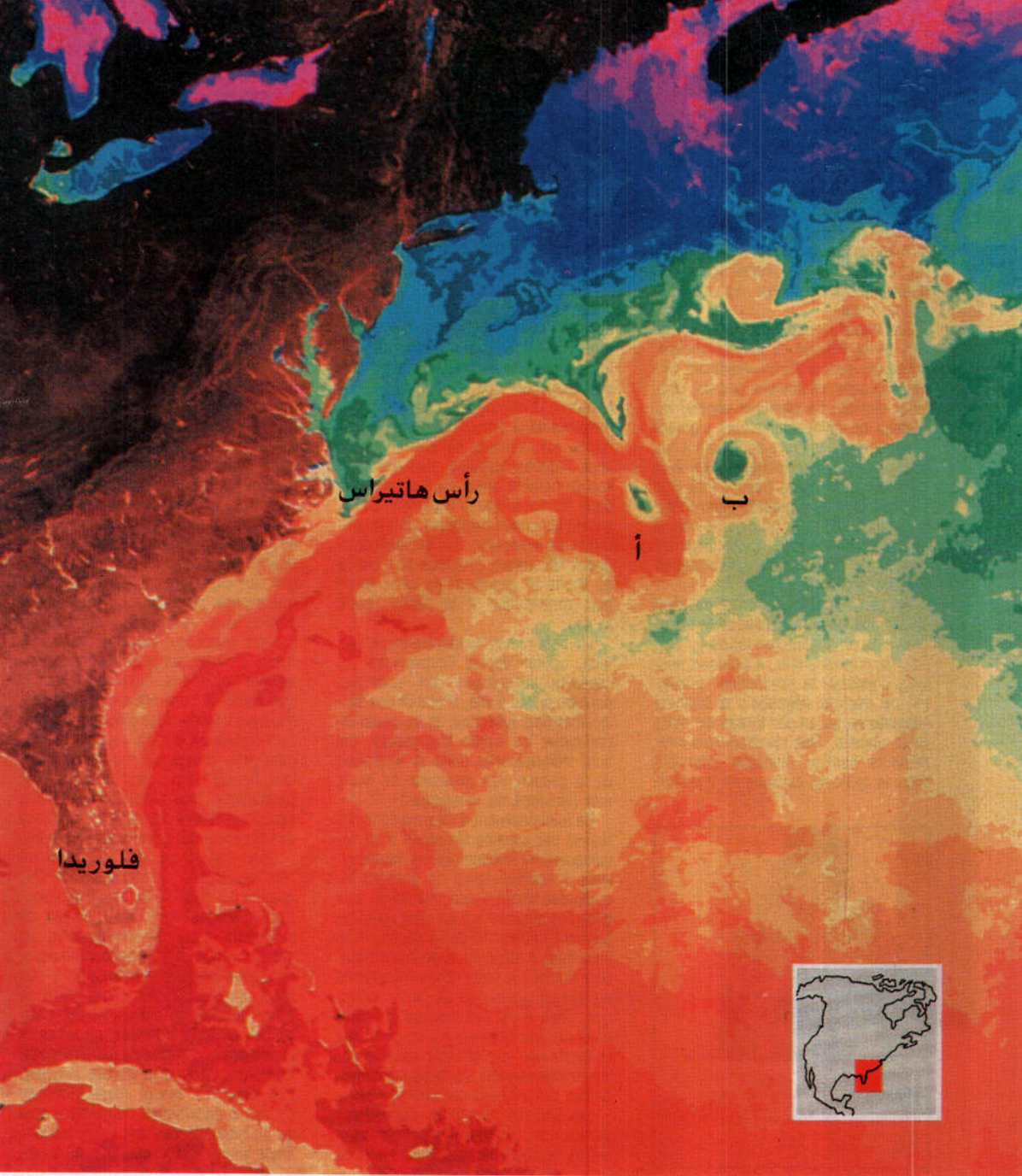
تيار اللابرادور هو تيار بحريّ بارد ينشأ في المحيط المتجمّد الشمالي. وبعد انضمام مياه خليج هدسون إلى التيار، يجري تيار اللابرادور على طول سواحل اللابرادور حتّى يصل إلى نقطة قرب جزيرة نيوفوندلاند حيث ينضم إلى الجولف ستريم. ويصل تأثير تيار اللابرادور حتّى نيو انجلاند جنوباً. ويسدّ الجليد موانئ منطقة اللابرادور خلال ستة أشهر تقريباً من السنة، ويعود ذلك بنسبة كبيرة إلى تأثير هذا التيار البارد. لكن مرفأء الجزر البريطانية، التي تماثل منطقة اللابرادور من حيث العرض الجغرافي، تبقى مفتوحة للملاحة على مدار السنة. وعندما يلتقي الهواء البارد فوق تيار اللابرادور مع الرياح الدافئة والرطبة فوق الجولف ستريم، يتشكل ضباب كثيف قبالة الساحل.

النينيو

النينيو هو تيار حارّ في المحيط الهادئ يجري جنوباً على طول الساحل الغربي لأميركا الجنوبية. ويسخّن هذا التيار المياه الباردة طبيعياً قبالة ساحل الإكوادور والبيرو. ويظهر النينيو (El Niño، تعبير إسبانيّ يعني الطفل) عادة قرابة عيد الميلاد. ويظهر هذا التيار الحارّ كلّ سنة تقريباً، ويستمرّ من كانون الأول أو كانون الثاني إلى آذار. لكنّ العلماء يستعملون عبارة النينيو لوصف حدث أطول، له تأثيرات واسعة.

اكتشف النينيو لأول مرة في أوائل القرن السادس عشر. ومنذ ذلك الوقت، ظهر بما معدّله مرّة واحدة كلّ أربع سنوات. ويقضي الارتفاع في درجة حرارة المياه على الكثير من الأسماك والطيور البحرية، إذ يمنع المياه الباردة الغنيّة بالمواء المغذّية من الصعود إلى السطح. ويمكن أن يؤثّر النينيو أيضاً في الشروط المناخية في أماكن أخرى من العالم. فقد سبّب النينيو القويّ الذي ظهر في العامين ١٩٨٢ و١٩٨٣ جفافاً شديداً في أستراليا واندونيسيا وعدداً كبيراً بشكل غير اعتيادي من العواصف في ولاية كاليفورنيا الأميركيّة. كما أنّه سبّب أمطاراً عنيفة وفيضانات مدمّرة في الإكوادور والبيرو.

ويقول العلماء إنّ النينيو متصل بتغيّر في اتجاه حركات الهواء فوق المنطقة الإستوائية من المحيط الهادئ. ويؤدّي التغيّر في اتجاه الرياح إلى تغيير في حركة مياه المحيط ودرجة حرارتها، ما يؤدّي بدوره إلى فوضى أكبر في حركات الهواء والتيارات المحيطيّة.



تيار الجولف ستريم كما أخذ من الفضاء الخارجي بواسطة الأقمار الصناعية

حرارة مياهه أقلّ بـ ٨° مئوية من درجة الحرارة الطبيعية لسطح المحيط الهادئ في ذلك العرض الجغرافي. ويعتقد معظم العلماء أنّ مياه التيار الباردة ناتجة بشكل رئيسي عن تأثير الرياح التي تبعد المياه السطحية الدافئة عن الساحل. ويؤدّي ذلك إلى صعود المياه الباردة إلى السطح. ويُعرف هذا التيار أيضاً باسم تيار همبولت.

تيار اليابان

تيار اليابان هو تيار دافئ داكن اللون يجري في غرب المحيط الأطلسيّ. ويُطلق أيضاً على هذا التيار اسم كوروشيو، وهو تعبير يابانيّ يعني التيار الأسود. ويؤثّر تيار اليابان في المناخ فيدفعه في القسم الأكبر من مجراه. ويبدأ هذا التيار في بحر الفيليبين، حيث ينفصل عن التيار الإستوائي الشماليّ. ثم يمزّ أمام الساحل الشرقي لتايوان ويجري في اتجاه الشمال الشرقي باتجاه اليابان. وقرب اليابان، يغيّر التيار اتجاهه ويجري في اتجاه الشرق ويصبح ما يُعرف بامتداد تيار اليابان. ثمّ ينضمّ إلى تيار أوبا البارد القادم من الشمال لتشكيل تيار شمال الهادئ.

في الصورة أعلاه التي التقطها القمر الصناعي الأميركي NOAA المخصّص للرصد الجوّي، يمثّل اللون الأحمر والبرتقالي مياهاً حارة تتجاوز درجة حرارتها ٢٣° مئوية، بينما تمثّل الألوان الأرجوانية المياه الباردة التي لا تتجاوز درجة حرارتها ١٠° مئوية، وتبدو المياه المتوسطة الحرارة بالأصفر والأخضر والأزرق. ويصبح مجراه عندئذ أكثر اضطراباً، ويشكّل بعض تعرجاته حلقات دوامة حارّة (أ) وباردة (ب). يبرد الماء تدريجاً بإطلاقة الحرارة في الجوّ وامتزاجه مع مياه المحيط الباردة، ما يجعل القمر الصناعي يفقد أثره في وسط المحيط الأطلسيّ.

تشمل شبكة شمال الأطلسيّ تيارات أخرى كبيرة مثل التيار الإستوائي الشمالي وتيار شمال الأطلسيّ وتيار الكناري.

تيار البيرو

تيار البيرو هو تيار عريض بارد يجري على عمق قليل في المحيط الهادئ. ويجري هذا التيار ببطء في اتجاه الشمال على طول الساحل الغربي لأميركا الجنوبية. وقبالة ساحل البيرو، تكون درجة

الجولف ستريم

الجولف ستريم هو ثاني تيار في العالم من حيث كمية المياه التي ينقلها، وهو عبارة عن نهر من الماء الحارّ يساهم في نقل الطاقة الحرارية من المناطق الإستوائية إلى المناطق البعيدة عن خطّ الاستواء. ويشكّل هذا التيار السريع، الطرف الشماليّ الغربيّ من شبكة كبيرة من التيارات التي تجري في اتجاه دوران عقارب الساعة في شمال المحيط الأطلسيّ. وللجولف ستريم تأثير كبير في المناخ والنقل البحريّ وحركة المغذّيات والنفائيات في المحيط.

وكان رجل الدولة والعالم الأميركيّ بنجامين فرانكلين من أطلق اسم الجولف ستريم على هذا التيار. وقد ظلّ فرانكلين أنّ التيار يبدأ في خليج المكسيك. لكنّ الجولف ستريم يتشكل في الحقيقة في غرب البحر الكاريبي ويجري عبر خليج المكسيك ومضيق فلوريدا. ويجري التيار بعد ذلك شمالاً على طول الساحل الشرقي للولايات المتحدة إلى رأس هاتيراس Cape Hatteras في نورث كارولينا، حيث يغيّر اتجاهه ويجري في اتجاه الشمال الشرقي.

المدّ والجزر في المحيطات

يمكن اعتبار المدّ والجزر موجات قسريّة يتحرّك جزء منها، ويبقى الجزء الآخر ثابتاً. وتتجلّى هذه الموجات بحركات عموديّة لسطح البحر (يسمّى ارتفاعها الأقصى، المنسوب الأعلى للمياه وارتفاعها الأدنى، المنسوب الأدنى للمياه)، وبحركات أفقيّة متعاقبة لمياه البحر. وتسمّى هذه الظاهرة بتيّارات المدّ والجزر. وتُستعمل كلمتا انحسار وارتفاع على التوالي، كتعبير عن عمليّتي الجزر والمدّ.

القوى المولّدة المدّ والجزر

وهي القوى التي تسبّب بحركة المدّ والجزر. وهي حصيلة كلّ من قوّة الجذب القمرية أو الشمسيّة من جهة وقوّة القصور الذاتي (قوّة الطرد المركزيّ)، من جهة أخرى، والتي تنتج عن حركة الأرض في المدار حول مركز الثقل المشترك للنظام الأرضي-القمرّي أو الأرضي-الشمسيّ.

وإذا أخذنا في الاعتبار النظام الأرضي-القمرّي، فإنّ القوّة المولّدة المدّ والجزر تتوجّه عامودياً إلى أعلى، في القطعتين من سطح الأرض، حيث يكون القمر على خطّ عاموديّ بالنسبة للأرض (في الجهة ذاتها وفي الجهة المقابلة من الأرض). وتتوجّه القوّة المولّدة المدّ والجزر، عامودياً إلى أسفل في كلّ الأُمكنة (وتشكّل دائرة)، حيث يكون القمر في تلك اللحظة على مستوى الأفق. وهناك مرّكب أفقيّ أيضاً للقوّة المولّدة المدّ والجزر، في كلّ الأُمكنة الأخرى. ولمّا كان هذا النمط من القوى مقترناً بموقع القمر بالنسبة للأرض، ولمّا كانت عودة القمر إلى موقعه بالنسبة إلى مكان ما على الأرض، تستغرق في ما يتعلّق بهذا المكان، دورة مدّتها ٢٤ ساعة و٥٠ دقيقة وسطيّاً، فإنّ القوّة المولّدة المدّ والجزر في مكان ما، تكون لها الدورة ذاتها. وعندما يكون القمر على سطح خطّ الإستواء، فإنّ القوّة المولّدة المدّ والجزر، تمرّ خلال الفترة المذكورة في دورتين متطابقتين، بسبب تماثل النمط الشامل للقوى المفضّلة أعلاه. وبالتالي فإنّ دورة المدّ والجزر تستغرق في هذه الحالة ١٢ ساعة و٢٥ دقيقة، وهي فترة المدّ القمرّي نصف اليوميّ. إنّ تغيّر موقع القمر بالتناوب، مّرة إلى الشمال ومّرة إلى الجنوب من خطّ الإستواء، يسبّب اختلافاً بين الدورتين المتعاقبتين خلال الفترة الزمنية البالغة ٢٤ ساعة و٥٠ دقيقة. ويتمّ اصطلاحاً، تعريف أثر هذا الاختلاف بأنّه تطابق للمدّ الجزئيّ الذي يدعى المدّ القمرّي اليوميّ، والذي تستغرق دورته ٢٤ ساعة و٥٠ دقيقة، مع المدّ القمرّي نصف اليوميّ.

وتتسبّب الشمس بالطريقة ذاتها، بحدوث مدّ شمسيّ نصف يوميّ، لفترة ١٢ ساعة، ومدّ شمسيّ يوميّ مدّته ٢٤ ساعة. وفي وصف

كامل للتغيّرات المحليّة في قوى المدّ، فإنّ حركات مدّ جزئيّة أخرى تلعب دوراً لها، بسبب اختلافات إضافية بين دوران الأرض ودوران القمر، كلّ في مداره. إنّ تداخل قوى المدّ الشمسيّ مع قوى المدّ القمرّي (والقوى الثانية أكبر من الأولى بما يعادل ٢,٢ مّرة)، يتسبّب بالاختلاف المنتظم في نطاق المدّ بين المدّ الأعلى أي عندما يبلغ حدّه الأقصى، وبين الجزر المخاقي، أي عندما يكون في حدّه الأدنى.

وعلى الرغم من أنّ القوى المولّدة المدّ ضئيلة جداً إذا ما قورنت بقوة جاذبيّة الأرض (تبلغ قوّة المدّ القمرّي في أقصاها ١,١٤ X ١٠^{-٧} مّرة قوّة الجاذبيّة، إلّا أنّ تأثيرها على البحر ملحوظ، بسبب مركّبتها الأفقيّ. وحيث أنّه لا يحيط بالأرض غلاف غير منقطع من المياه، وأنّما تتوالى فيها، بشكل غير منتظم، مساحات اليابسة والبحار، فإنّ ميكانيكيّة ردّ فعل المحيطات والبحار على قوى المدّ والجزر معقّدة جداً. يضاف إلى ذلك تعقيد آخر، تشكّله قوّة الانحراف الناتجة عن دوران الأرض.

وفي الأماكن المغلقة المكوّنة من الثغور والخلجان، يتولّد المدّ المحليّ، نتيجة للتفاعل مع حركات المدّ في المحيطات المفتوحة المجاورة. وغالباً ما يأخذ هذا المدّ شكل أمواج مدّ متحرّكة، تدور ضمن حدود الخليج أو الثغر. أمّا في بعض البحار نصف المغلقة مثل البحر المتوسط والبحر الأسود والبلطيق، فإنّ موجة ثابتة أو ارتفاع في مستوى المياه Tidal Seiche، يمكن أن يتولّد بواسطة القوى المحليّة الرافعة للمدّ Tide-Raising.

وفي تلك البحار، يبقى الاختلاف لمستوى سطح البحر، بين حركتي المدّ والجزر ضمن حدود السنتيمترات. أمّا في المحيطات المفتوحة، فإنّ هذا الاختلاف يبلغ عشرات السنتيمترات. إلّا أنّ نطاق المدّ في الخلجان والبحار المجاورة لها، يمكن أن يكون أكبر من ذلك بكثير، إذ إنّ شكل حوض الخليج أو البحر المجاور له، يمكن أن يعزّز المدّ في الداخل، كما يمكن أن يتسبّب مع المدّ، بحدوث ظاهرة الرنين. وتحدث أكبر عمليّات المدّ المعروفة في خليج فوندي، حيث تمّ تسجيل أعلى مدّ، بلغ ١٥ متراً.

البحر المتوسّط

يُعتبر البحر المتوسط منذ القدم من أهمّ الطرقات التجارية. وقد شهدت شواطئه الكثير من الحضارات القديمة، بما فيها حضارات مصر واليونان وفينيقيا وروما. وهو اليوم بجزره ومناطقه الساحليّة واحد من أكثر المناطق في العالم اجتذاباً للسياح.

الموقع والمساحة: تحيط اليابسة بالبحر المتوسط من جميع الجهات تقريباً، كما يدلّ على ذلك اسمه

باللاتينية ومعناه «الذي يقع في وسط اليابسة». فالى الشمال من المتوسط، تقع أوروبا؛ وتأتي آسيا إلى الشرق منه؛ أمّا أفريقيا فتقع إلى الجنوب.

ويتّصل المتوسط بالمحيط الأطلسيّ من الجهة الغربيّة عبر مضيق جبل طارق. وهناك مضيق آخر هو الداردانيل ويصل البحر المتوسط من جهة الشرق ببحر مارمارا ومضيق البوسفور والبحر الأسود. وعلى الجهة الجنوبيّة الغربيّة، يفصل برزخ السويس ما بين البحر المتوسط والبحر الأحمر. وتعتبر هذا الشريط الضيّق من الأرض، قناة السويس وهي مجرى مائيّ صناعيّ.

يغطّي البحر المتوسط مساحة ٢,٥١٠,٠٠٠ كيلومتر مربع تقريباً. أمّا مساحة البحر الأسود، والذي يعتبره الكثيرون جزءاً من المتوسط، فتبلغ حوالي ٤٤٨,٠٠٠ كيلومتر مربع. وتبلغ عدّة تقرّعات للبحر المتوسط حدّاً من الاتّساع يكفي لكي نعتبرها بحوراً، وهي تضمّن الأدرياتيكيّ والأيوينيّ والتيرانيّ وإيجّه.

إذا ما استثنينا البحر الأسود، فإنّ طول المتوسط يبلغ أكثر من ضعفيّ عرضه. ويبلغ المتوسط أقصى طول له، أي حوالي ٣٥٤٠ كيلومتراً، بين مضيق جبل طارق والإسكندرونة، بينما يبلغ أقصى عرض له بين ليبيا وكرواتيا، وهي مسافة تبلغ ١٦٠٠ كيلومتر تقريباً.

قاع البحر: إنّ سلسلة من المرتفعات تحت الماء بين صقلية وتونس تقسم البحر المتوسط إلى حوضين. والحوض الشرقيّ أعمق من الحوض الغربيّ. ويبلغ معدّل عمق المياه في المتوسط ١٥٠١ متر. كما يبلغ أقصى عمق لها ٥٠٩٣ متراً في منخفض يسمى الممرّ الهليئيّ، ويقع بين اليونان وإيطاليا.

وكثيراً ما تقع الهزّات الأرضيّة في منطقة المتوسط، وعلى الأخصّ في اليونان وغربيّ تركيا. وقد تشكّل الكثير من الجزر في المتوسط نتيجة للثورات البركانيّة؛ وما يزال بعض البراكين يقذف حممه في المنطقة، كبراكين جبال إتنا وسترومبولي وفيزوف.

ويشرح علماء الأرض الهزّات الأرضيّة والنشاطات البركانيّة بنظرية الصفائح التكتونيّة، التي تقول بأنّ قشرة الأرض هي مؤلّفة من حوالي ثلاثين صفيحة صلبة تتحرّك ببطء وباستمرار. وتضغط حركات الصفائح التي تحمل أوروبا وأفريقيا وقاع البحر المتوسط على قشرة الأرض، وتقدّدها في منطقة المتوسط، متسببة بهزّات أرضيّة وثورات بركانيّة.

الساحل والجزر: تكثر الخلجان على سواحل المتوسط. وبالمقابل، تبرز داخل البحر عدّة أشباه جزر كبيرة، مثل شبه جزيرة إيطاليا وشبه جزيرة البلقان. وترتفع فجأة عن سطح الماء، تلال وعرة، على طول الساحل تقريباً.

أمّا مواصل مصر وليبيا فهي منبسطة، ويتجاور فيها البحر مع السهول. وتبلغ مساحة صقلية،

وهي كبرى جزر المتوسط، ٢٥,٧٠٨ كم^٢. أما الجزر الكبيرة الأخرى فهي من أكبرها إلى أصغرها: *سردينيا*، قبرص، *كورسيكا* و*كريت*.
المناخ: يبلغ معدّل حرارة سطح المياه في المتوسط حوالي ١٦^٠ مئويّة، وقد تبلغ هذه الحرارة في الصيف ٢٧^٠ مئويّة، ولكنها كثيراً ما تهبط إلى ما دون ٤^٠ مئويّة. وتصبح الفروقات في درجة الحرارة ضئيلة جدّاً في منتصف المسافة إلى القاع وبقربه، حيث تتراوح بين ١٢^٠ إلى ١٥^٠ مئويّة على مدار السنة.

إنّ هذه الكميّة الهائلة من المياه الدافئة تجعل من مناخ الأراضي المحيطة بها مناخاً معتدلاً وشبه استوائيّ. فالصيف في معظم بلدان المتوسط حارّ وجافّ، أمّا الشتاء فمعتدل وممطر. وهذه الظروف المناخيّة أصبحت تُعرف بـ«المناخ المتوسطيّ» مهما تكن البقعة من العالم التي تسيطر عليها. وفي كلّ من مصر وليبيا، يسود مناخ استوائيّ أكثر حرارة وجفافاً من المناخ المتوسطيّ النموذجيّ.

وتهبّ رياح حارّة تُعرف باسم «الشرقيّة» (الحماسين، الشلوق) من أفريقيا باتجاه جنوب أوروبا عبر المتوسط. وفي الاتجاه المعاكس، تهبّ رياح باردة تدعى «الميسترال» من فرنسا لواجهة البحر.

وتأتي مياه المتوسط بمعظمها من المحيط الأطلسيّ والبحر الأسود ومن تساقط الأمطار، كما تصبّ فيه عدّة أنهر كبيرة. ويتضمّن أكبرها نهر إيبرو في إسبانيا والنيل في مصر ونهر البو في إيطاليا والرون في فرنسا. إلّا أنّ كميّة المياه الآتية من النيل قد شحّت منذ سنة ١٩٦٤، عندما بدأ سدّ أسوان العالي في مصر بالحدّ جزئيّاً من تدفّق مياهه.

إنّ المناخ الحارّ والجافّ يرفع من معدّل تبخّر مياه المتوسط، ما يجعلها أكثر ملوحة من مياه الأطلسيّ.

ويشهد معظم أجزاء المتوسط حركتيّ مدّ وحركتيّ جزر كلّ ٢٤ ساعة تقريباً. لكنّ معدّل الفارق في مستوى المياه بين المدّ والجزر هو بمقدار ٠,٣ متر. ويجري تيّار قويّ من البحر الأسود إلى المتوسط، كما يتدفّق إليه تيّار آخر من المحيط الأطلسيّ عبر مضيق جبل طارق. وتحت هذا التيّار السطحيّ المقبل من الأطلسيّ، يجري في الأعماق تيّار من المياه الكثيفة المالحة بالاتّجاه المعاكس.

الأهميّة الإقتصاديّة: إنّ المناخ الدافئ والمناظر الخلابة والأهميّة التاريخيّة لمنطقة المتوسط تجذب الملايين من السياح في كلّ عام. وتعتبر الجزر اليونانيّة والريقيّا الفرنسيّة والإيطاليّة من أكثر المنتجعات السياحيّة شهرةً. ولا يشكّل البحر المتوسط مورد رزق واسعاً للتجارة بصيد الأسماك، لكنّه مصدر غذاء هامّ لسكان المنطقة. إنّ الأسماك المتوافرة بشكل رئيسيّ

تتضمّن: التلّم (الأنشوفة) والسردين والفريديس وسمك التون. وهناك أيضاً الإسفنج والمرجان. والبحر المتوسط طريق بحريّة هامّة تربط ما بين أوروبا والشرق الأوسط وآسيا. وتستعمل السفن قناة السويس كمرّ بين المتوسط والبحر الأحمر. وقد تمّ اكتشاف مخزونات من النفط والغاز الطبيعيّ في قاع المتوسط، لكن معظم هذه الموارد يبقى غير مستثمر.

كيف تكوّن البحر المتوسط؟

ويمكن تفسير عمليّة تكوين البحر المتوسط من خلال نظريّة الصفائح التكتونيّة. فمنذ حوالي ٢٥٠ مليون سنة، كانت القارّات تشكّل كتلة واحدة من اليابسة تسمّى بانجيا. وعلى الساحل الشرقي لهذه الكتلة، كان هناك خليج هائل يسمّى بحر تيثيس، تطوّر في ما بعد ليصبح البحر المتوسط. ومع مرور الزمن، انقسمت بانجيا إلى عدّة قارّات أخذت تنجرف ببطء إلى مواقعها الحاليّة. وخلال عمليّة الانجراف، كانت كتلة أوراسيا تدور باتجاه عقارب الساعة، بينما كانت أفريقيا تدور في الاتجاه المعاكس. وقد تسبّبت حركة الكتلتين بفتح ممّز مائيّ في الطرف الغربيّ من البحر جعله يرتبط بالمحيط. ومنذ حوالي ٦٥ مليون سنة، أغلق دوران هاتين القارّتين الطرف الشرقيّ لبحر تيثيس إغلاقاً شبه تامّ، ما أعطى للمتوسّط شكله الحاليّ.

ويعتقد بعض علماء الأرض أنّ البحر المتوسط قد جفّ تماماً لعدد من المرات (حوالي ١٢ مّرة)، في الفترة ما بين

ال ٧,٥ ملايين سنة وال ٥,٥ ملايين سنة خلت. ففي تلك الحقبة، أغلقت حركة أوروبا وأفريقيا، مضيق جبل طارق، ثم أعادت فتحه عدّة مرات؛ وفي كلّ مّرة، كان ينغلق فيها المضيق، كان البحر المتوسط يبدأ بالجفاف. وقد تكون، أيضاً، العصور الجليديّة سبباً بانخفاض مستوى مياه الأطلسيّ، الأمر الذي حال دون عبور تلك المياه من المضيق إلى البحر المتوسط. وبعد فترة جفاف دامت حوالي الألف سنة، حلّت مكان المتوسط صحراء كبرى انتشر فيها بعض البحيرات المالحة. وبعد أن انفتح المضيق من جديد، اندفعت المياه من الأطلسيّ على شكل شلال هائل، فعاد وامتأّ المتوسط، خلال فترة قاربت المئة عام.

وفي سنة ١٩٧٠، وجد العلماء أدلّة تدعم نظريّة الصحراء. إذ قام جيولوجيّون على متن سفينة تدعى Glomar Challenger، بأخذ عيّات من صخور في قاع البحر المتوسط. وتبيّن أنّ هذه العيّات تحتوي على ترسّبات من الملح ومعادن أخرى تعرف بـلا Evaporites، ناتجة عن تبخّر المياه المالحة. إلّا أنّ بعض الباحثين يرى أن هذه الترسّبات قد تكون نجمت عن انخفاض حادّ في مستوى مياه المتوسط من دون أن يجفّ تماماً.

تاريخ البحر المتوسط: يعتقد الكثير من المؤرّخين أنّ الحضارة الغربيّة قد وُلدت في منطقة المتوسط. فقد نشأت الحضارات

القديمة على شواطئ البحر حيث كانت الظروف ملائمة لتطوّرها. وكان المناخ المعتدل، سبباً في تشجيع الشعوب على الاستقرار، كما كانت مياه البحر الهادئة والرياح المعتدلة في معظم أيّام السنة، عاملاً في تسهيل الإبحار بشكل نسبيّ. يضاف إلى ذلك وجود الخلجان والكثير من الجزر التي كان البحارة يستعملونها كموانئ.

من المرجّح أن تكون حضارة مصر القديمة، أولى الحضارات الكبرى التي ازدهرت في منطقة المتوسط. فقد أنشأ المصريون حكومة وطنيّة موحّدة منذ العام ٣١٠٠ قبل الميلاد، كما بدأوا باعتماد نظام للكتابة حوالي العام ٣٠٠٠ ق.م. وظهرت أول حضارة أوروبية هامّة، وهي حضارة مينوى، على جزيرة كريت في تلك الفترة تقريباً. أمّا على البحر اليونانيّ، فقد ازدهرت حضارة أخرى سمّيت Helladic، كما أن إحدى مدن هذه الحضارة وتدعى «مستيني»^(١) قد بلغت حدّاً من العظمة، جعل بعض المؤرّخين يطلقون اسم الحضارة المينيّية على الحقبة المتأخّرة من الحضارة Helladic. وقد سيطرت السفن المينيّية على المتوسط بحلول العام ١٤٥٠ ق.م. وقامت برحلات تجاريّة إلى مدن بعيدة أصبحت تعرف اليوم بلبنان وسوريا.

وبعد العام ١٢٠٠ ق.م. تقريباً، بدأ الفينيقيّون بالسيطرة على البحر المتوسط، منطلقين من مدنهم على الشاطئ الشرقيّ، إلى كلّ أرجاء المتوسط. وقد وصل البحارة الفينيقيّون عبر مضيق جبل طارق، إلى المحيط الأطلسيّ. أمّا قرطاجة، وهي مدينة أسّسها الفينيقيّون، فقد أصبحت قوّة بحريّة كبيرة بعد حوالي العام ٦٠٠ ق.م. ومع حلول سنة المئة ميلاديّة، سيطرت الأمبراطوريّة الرومانيّة على كلّ شواطئ البحر المتوسط، فأطلق الرومانيّون عليه اسم Mare Nostrum أي «بحرنا».

وبقي البحر المتوسط أهمّ طريق بحريّة في العالم لمُدّة قرون. ففي الحقبة ما بين سنتيّ ١١٠٠ و١٤٠٠، أصبحت المراكز التجاريّة المتوسطيّة، كمدن برشلونة والقسطنطينيّة (تعرف الآن بـ «اسطنبول») وجنوى والبندقية (فينيسيا)، همزة وصل بين أوروبا وآسيا، فكانت سفنها تنقل البضائع من الهند والصين عبر البحر إلى أوروبا. وقد أبحر البحّاء البرتغاليّ فاسكو دي جاما حول أفريقيا عام ١٤٩٧، ووصل إلى الهند في عام ١٤٩٨. ومنذ ذلك الوقت، بدأت السفن باستعمال هذه الطريق البحريّة الأكثر سهولة، للوصول إلى الشرق، فتراجعت أهميّة البحر المتوسط كمرّ للتجارة، وبقيت كذلك حتى أوائل القرن التاسع عشر. إنّ افتتاح قناة السويس سنة ١٨٦٩، جعل من المتوسط جزءاً من طريق بحريّة، هي الأقصر بين أوروبا وآسيا. وقد بقي البحر المتوسط أحد أهمّ خطوط النقل البحريّ في العالم، حتى عام ١٩٦٧، عندما تمّ إغلاق قناة السويس بسبب الحرب العربيّة الإسرائيليّة، إلى أن أعيد فتحها سنة ١٩٧٥.

وقد أصبح التلوّث في البحر المتوسط مشكلة خطيرة. وأهمّ مصادره هي النفط، مجارير الصرف الصحيّة، الأسمدة الزراعيّة، مبيدات الحشرات والملوّثات الصناعيّة بما فيها القطران، أكياس البلاستيك والنفايات التي تلقيها السفن والطائرات. ويأتي معظم الموادّ المسيّبة للتلوّث، من المدن الساحليّة أو من الأنهار التي تحمل الموادّ الملوّنة من الداخل. وبهدّد التلوّث الحياة البحريّة في المتوسط، كما تهدّد المياه الملوّنة، التجمّعات السكانيّة، إذ تسبّب بانتشار أمراض التيفويد والنهاب الكبد وأمراض أخرى.

وفي سنة ١٩٧٦، رعى برنامج الأمم المتحدة للبيئة United Nations Environment Program (U.N.E.P)، معاهدة، سمّيت باتفاقيّة حماية البحر المتوسط من التلوّث. وتُعرف هذه الإنفاقيّة أيضاً باسم اتفاقية برشلونة في إسبانيا حيث تمّ توقيعها. وقد صادق، على هذه المعاهدة، كلّ الدول المطلّة على المتوسط. وتدير الأمم المتحدة برامج إنمائيّة لمشاريع تحدّ من تلوّث البحر المتوسط وتنايع آثار التلوّث فيه.

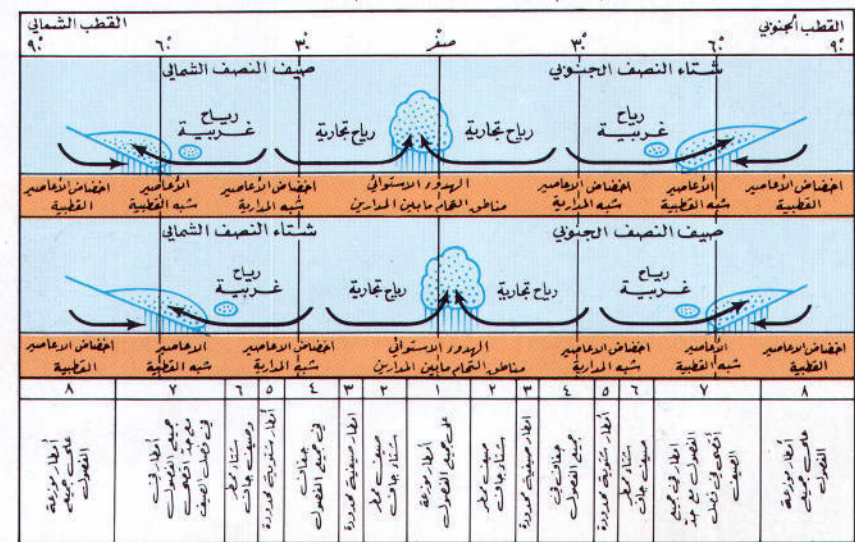
^[1] مستيني: حضارة ازدهرت في العصر البرونزي وتأسّست وتألّقت في عهد الحضارة الكريتية القديمة

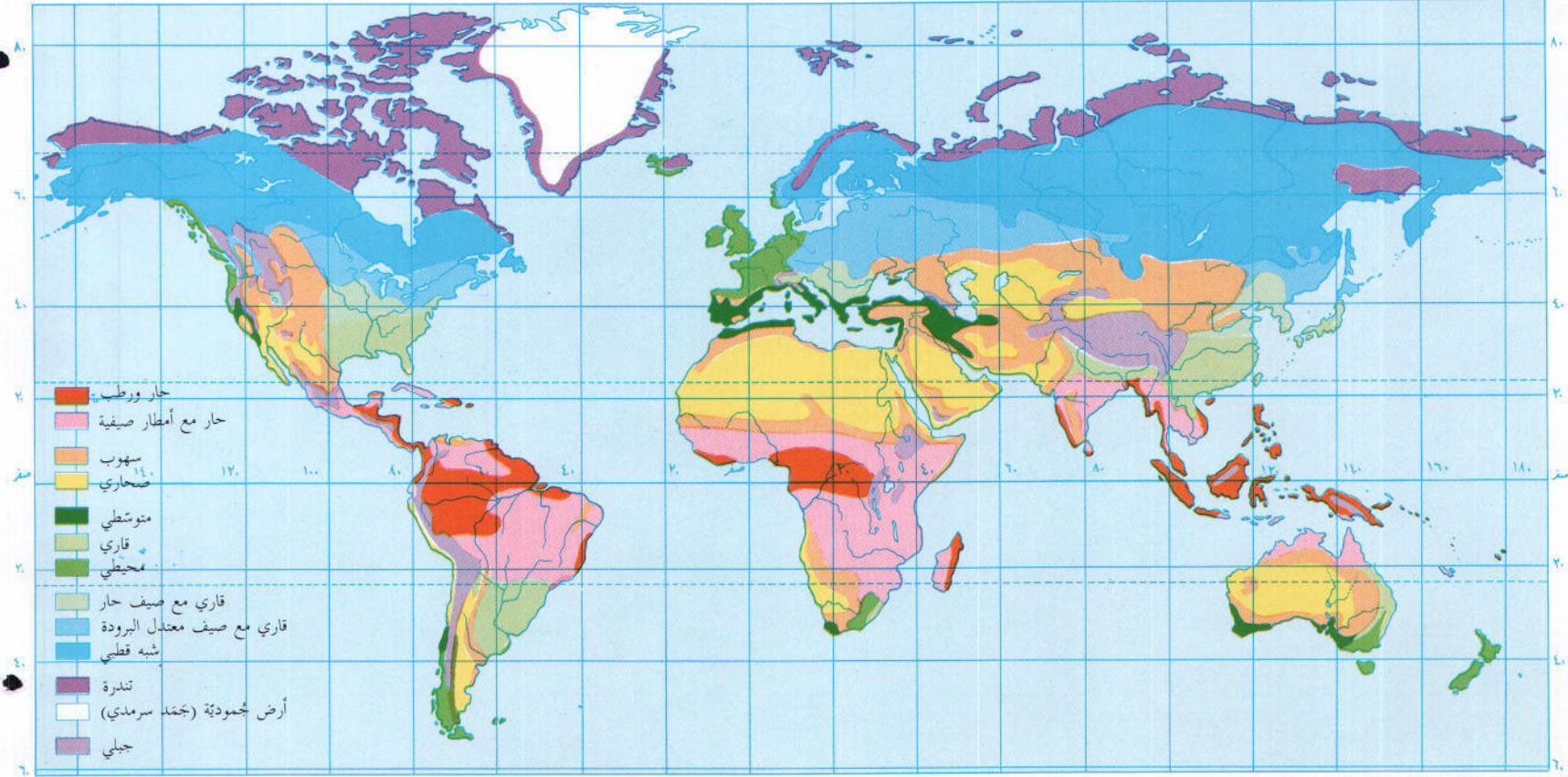

صورة أخذت بواسطة الأقمار الصناعيّة من الفضاء الخارجيّ،

وتبيّن بوضوح تدفّق مياه المحيط الهادئ في البحر المتوسط عبر مضيق جبل طارق



نظام تساقت الأمطار





المناخ والنبات

النبات هو المكوّن الأساسي للبيئة الطبيعية المختلفة الموجودة على سطح الأرض. تتوقف الحياة النباتية على عوامل عدة، أهمها المناخ. تؤدي طاقة الشمس الحرارية إلى تكوين تيارات هوائية حارة وباردة تسبب بقيام الرياح، التي تؤثر بدورها في التيارات المحيطية. إن التيارات الهوائية والمحيطية هي التي تحدّد، إلى حد بعيد، توزيع الرطوبة، التي توفر مع أشعة الشمس أساس الحياة لكل أنواع النبات.

كلما كان المناخ حاراً ورطباً، كلما كان النبات وافرًا ومتنوعاً. مع انخفاض الرطوبة، يقل عدد أنواع النباتات المتوافرة (غابات أشجار نفضية وغابات أشجار صنوبرية)، وتصبح البيئة، تدريجياً، أكثر جفافاً وقحولة، في المناطق المدارية (السفناء Savanna) وأيضاً في المناطق المعتدلة والباردة (أراض عشبية وسهوب)؛ إلى أن تصل، أخيراً، إلى المناطق الأكثر قحولة على سطح الأرض: الصحاري وقلنسوتي الجليد القطبيين.

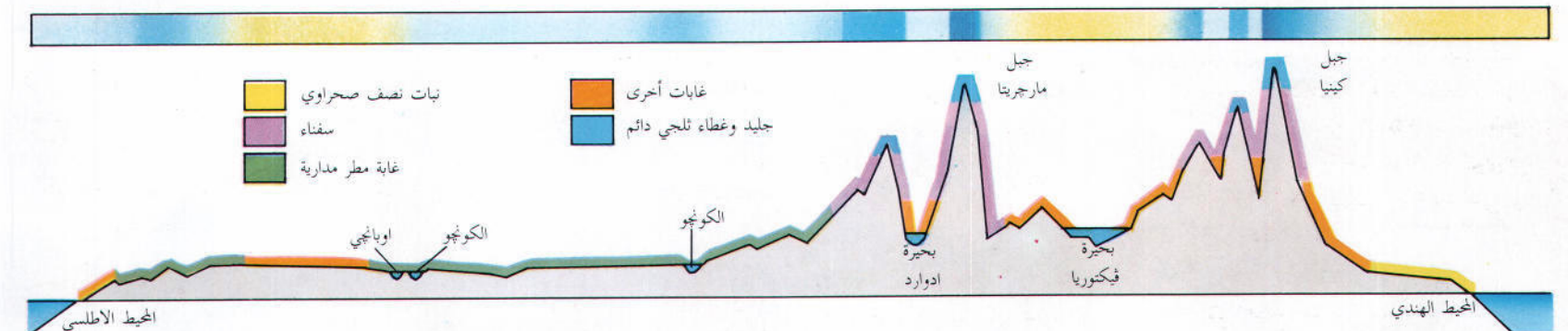


الرياح الموسمية: سماء قائمة وأشجار ترتفع من حقول تحولت إلى بحيرات، سمات نموذجية للطبيعة الهندية عند هبوب الرياح الموسمية. تعوّض الأمطار الغزيرة الجافة التي تهطل في أشهر الصيف جفاف فصل الشتاء. وعلى رغم الفيضانات المدّثرة التي تسبب بها، فإن هذه الأمطار ضرورية للزراعة والحياة النبات.



المطر والنبات

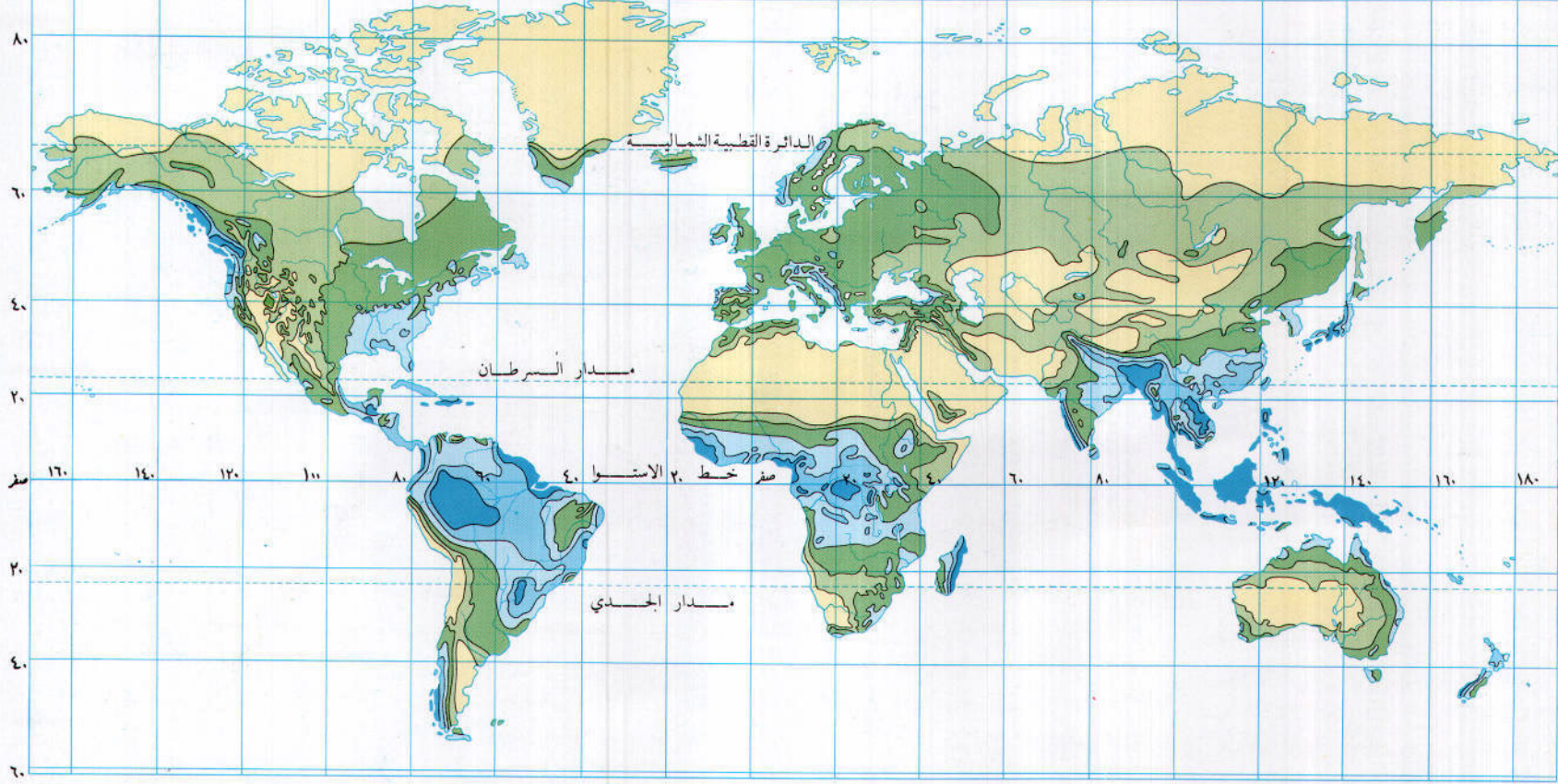
يوضح الرسم البياني العلاقة بين كمية المطر والنبات. من الغابات الاستوائية، التي تسجل كمية أمطار سنوية تتعدّى ٢٠٠٠ مم، يتغيّر الغطاء النباتي تدريجياً مع انخفاض كمية المطر إلى أن يصل في النهاية إلى النباتات الصحراوية.



نظرة عامة إلى النبات

هناك عدد من العوامل التي تحد من نمو النبات وتؤثر، تالياً، في التوزيع الجغرافي لأنواع النبات: كمية المطر وتوزيعه السنوي؛ نوع التربة؛ التعرض لأشعة الشمس؛ الحرارة؛ وغيرها. يطلق على هذه العوامل مجموعة اسم العوامل المناخية والطبيعية.

كمية الأمطار السنوية



كمية الأمطار السنوية بالمليمتر

أكثر من ٢٠٠٠ من ١٥٠٠ إلى ٢٠٠٠ من ١٠٠٠ إلى ١٥٠٠ من ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ من ٢٥٠ إلى ٥٠٠ من ٢٥٠ إلى ٢٠٠

المناخ

يشير المناخ إلى كلّ الأحوال الجوية خلال فترة زمنية. أمّا الطقس فهو حالة الجوّ خلال فترة زمنية قصيرة. يتغيّر الجوّ من ساعة إلى أخرى، ومن يوم إلى آخر، وحتى من سنة إلى أخرى. ورغم ذلك، أظهرت بيانات الأرصاد الجوية أنّ أحوالاً جوية واضحة المعالم تسود مناطق مختلفة من العالم خلال فترات تساوي أو تتعدى ٣٠ عاماً. ويشكّل كلّ مجموعة من هذه الأحوال الجوية نوعاً مناخياً معيناً، وتسمّى المنطقة التي يسودها نوع مناخي، الإقليم المناخي.

يسود الحرّ والأمطار، كلّ يوم تقريباً، في بعض مناطق العالم؛ تتميز هذه المناطق بمناخ استوائي مطر. تسود البرودة وتغطي الثلوج المناطق القطبية الأخرى معظم أيام السنة. ساهم الكثير من المناخات الأخرى والواقعة بين المناخين القطبي والإستوائي في جعل الكرة الأرضية كوكباً مميزاً.

الميزات البارزة للأقاليم المناخية

للمناخ خاصّتان بارزتان هما معدّل الحرارة ومتوسط سقوط الأمطار. ونخصّ بالأهمية أيضاً التغيرات اليومية والنهارية والليلية والفصلية للحرارة وتساقط الأمطار. وتشتمل مقوّمات المناخ على الرياح والرطوبة والغيوم والضبّاب. لقد أثر المناخ على تطوّر الحضارات والمدن، وتأقلم الناس في شتّى الأماكن وبأساليب مختلفة بالمناخات المحيطة بأماكن إقامتهم.

وترتبط زراعة المحاصيل ارتباطاً وثيقاً بالظروف المناخية، وبكمية الأمطار المتوقعة ومدة الموسم الزراعي. يبدأ هذا الموسم من بداية زوال الجليد في

(١) بيمدري: واقع بين مداري السرطان والجدي.

الربيع حتى أوائل ظهوره في الخريف. يواجه المزارعون أوقاتاً عصيبة عندما لا يتّبع الطقس نمطاً مناخياً نموذجياً، كذلك يعاني المستهلك ارتفاع أسعار المواد الغذائية.

أنواع المناخ

يتألّف النظام المناخي من ستّ مجموعات مناخية هي الإستوائية والجافة والمعتدلة والقارية والقطبية، وتلك التابعة للمناطق الشديدة الارتفاع. وتشتمل تلك المجموعات المناخية بدورها إلى أنواع مناخية. المناخ هو نتاج عوامل عدّة، نذكر منها موقع المنطقة من خطّ الإستواء ومدى ارتفاعها وسماتها السطحية وكثافة أعشابها ومسافتها من المحيط وموقعها في القارة.

١ - المناخ الإستوائي

وهو نوعان: الإستوائي المطر، والإستوائي الجافّ والمطر. فالمناخ الإستوائي المطر لوسط أفريقيا ناتج من موقع الإقليم من خطّ الإستواء وتمركزه على الجانب الغربي من القارة. وتقوم أشعة الشمس المتواصلة والجدير بالملاحظة أنّ الوجود المستمر لمنطقة التقارب البيمدريّة (Intertropical convergent zone) حيث تلتقي وتتعاقب الرياح الشمالية والجنوبية لمنتصفي الكرة الأرضية، قد جلب للمنطقة امداداً ثابتاً من الهواء الرطب الصاعد وأمطاراً يومية تقريباً. وتعتبر المناطق التي يسودها مناخ استوائي مطر كهواوي وغرب أفريقيا الاستوائية، من الأماكن التي يمكن التنبؤ بأحوالها الجوية إلى حد بعيد. فالأمطار تساقط بعد ظهر كلّ يوم تقريباً، ويزيد المعدّل السنوي لتساقط الأمطار عن ١٥٠ سنتيمتراً، كما تفاوتت درجات الحرارة خلال اليوم أكثر من

اختلافها خلال السنة. كذلك تتراوح درجات الحرارة المعتدلة البرودة قبل بزوغ الفجر ما بين ٢٠ و ٢٣ مئوية. كما تتراوح درجات الحرارة بعد الظهر ما بين ٣٠ و ٣٣ مئوية. وبالكاد يمكن التمييز بين الفصول، نظراً لأنّ معدّل الحرارة الشهري يتفاوت بين ٢٥ و ٢٨ مئوية.

وتواجد المناخات الإستوائية الممطرة في نطاق يمتدّ حوالي ١٠ مئوية من كلّ جانبي خطّ الإستواء. وتسيطر باستمرار منطقة التقارب البيمدريّة المحمّلة بالرطوبة على هذا القسم من الكرة الأرضية.

تتعرض المناطق الواقعة خلف المدار الإستوائي المطر، لسيطرة منطقة التقارب البيمدريّة خلال جزء من السنة فقط. يسود هذه المناطق مناخ استوائي مطر وجافّ، ولديها ثلاثة فصول: فصل معتدل البرودة وجافّ ناتج عن وجود منطقة التقارب البيمدريّة في منتصف الكرة الأرضية المقابلة، وفصل حارّ وجافّ عند اقتراب هذه المنطقة، وفصل حارّ ومطر عند وصول منطقة التقارب البيمدريّة حتى عبورها خطّ الإستواء مجدداً. تقع هافانا (كوبا) وكالكونا (الهند) وسهل سيرنجيتي الأفريقي (تانزانيا) في المناطق الإستوائية الممطرة والجافة.

٢ - المناخ الجافّ

أمّا المناخ الجافّ فنوعان: القاحل وشبه القاحل. ورغم تساقط الأمطار المحدود في المناخ الجافّ، ثمة مناطق أخرى لا تساقط فيها الأمطار إطلاقاً. يتلقّى معظم المناطق القاحلة من ١٠ إلى ٣٠ سنتيمتراً من الأمطار كلّ سنة. بينما تتلقى المناطق شبه القاحلة كميةً أمطار كافية لنموّ الحشائش في نطاق شاسع. وتفاوتت درجات الحرارة اليومية والموسمية إلى حدّ كبير في هاتين المنطقتين. وتقع أشدّ البقع سخونة في العالم ضمن المناخات القاحلة، إذ بلغت درجة الحرارة في بلدة العزيزية في ليبيا والواقعة في شمال

أفريقيا ٥٨ مئوية في تاريخ ١٣ أيلول سنة ١٩٩٢. وتعتبر درجة الحرارة هذه أقصى ما سجلته الأرصاد الجوية.

تعتبر صحراء أتاكاما في التشيلي والواقعة على الساحل الغربي لجنوب أميركا، واحدة من أقلّ الأماكن على الأرض. تقع بلدة أريكا في هذه الرقعة ويبلغ المعدل السنوي لتساقط الأمطار فيها حوالي ٠,٠٥ سم، تبقى المياه الباردة والصاعدة من محيط المناطق الساحلية على درجة كافية من البرودة، وتلتّف المنطقة بالضباب معظم الأوقات. يتكوّن الضباب في جوّ مستقرّ حيث هطول الأمطار بعيد الإحتمال. وتقوم الجبال الواقعة في الداخل بحبس مكوّنات الضغط العالي مسببةً بانخفاض هوائي يعزّز احتمال هطول الأمطار.

تقع المناطق القاحلة والشبه استوائية للصحاري الأفريقية وأدغال أستراليا الداخلية ما بين منطقة التقارب البيمدريّة والمناطق المتوسطة المسافة من خطّ الإستواء، والمتميّزة بمكوّنات ضغط منخفض. ينخفض الهواء في هذه المناطق، ما يحول دون تشكل الغيوم الممطرة. تتميز المناخات القاحلة والشبه قاحلة بتوسط مسافتها من خطّ الإستواء، ويتكوّن مناخها عندما تقوم الجبال الواقعة في منتصف القارة بحجب الهواء الرطب. يسود مدينة دنفر، كولورادو والسهول الواسعة للولايات المتحدة هذا النوع من المناخ الجافّ.

٣ - المناخ القاريّ والمعتدل

تقع المجموعة المناخية المعتدلة والقارية بين خطّي عرض ٢٥° و ٧٠°، وتسمّيان أيضاً الإقليمين المعتدلين وتتميّزان بمواسم باردة. تتميز المناطق القارية بشتاء بارد وثلوج تستمرّ طويلاً، وبمواسم زراعية قصيرة وتسمّى بالمناطق الإنتقالية أي يسودها مناخ يتوسط المناخ المعتدل

والقطبي. ونظراً للتطاحن القائم بين الكتلت الهوائية الإستوائية والقطبية للمناخات المعتدلة والقارية، يزيد التفاوت السنوي لمعدلات الحرارة عن التفاوت النهاريّ الليلي. ويتغير المناخ حسب الموقع من خطّ الإستواء والمركز الجغرافي للقارة.

ويتميّز الإقليم المعتدل المستويّ المتوسطي والواقع على الشواطئ الغربية بين دائرتي عرض ٣٠° و ٤٠° وعلى طول شواطئ البحر المتوسط، بصيف معتدل الحرارة وشتاء قصير مطر. ويسيطر ضغط الهواء شبه الإستوائي والمصحوب بانخفاض هوائي في فصل الصيف، وينتج عنه سماء صافية وليال معتدلة البرودة وأمطار خفيفة. (لم تهطل الأمطار إطلاقاً في شهر تموز فقط منذ أكثر من مئة عام في مدينة القدس الواقعة شرق البحر المتوسط)، ونهت الرياح الغربية من البحر خلال الشتاء، وتجلب معها الأمطار في ظل اعتدال في درجات الحرارة.

تعرض الجوانب الشرقية للقارات لنوع معتدل من المناخ يسمى بالشبه استوائي الرطب. يستبد الجو والرطوبة خلال الصيف، بينما يتخلل الشتاء فترات من البرد القارس في سافانا في جورجيا، وشانجهاي في الصين، وسيدني في أستراليا. وينتشر هطول الأمطار بشكل متساو خلال السنة إذ يبلغ إجمالي تساقط الأمطار حوالي ٧٦ إلى ١٦٥ سم. أما الأعاصير والعواصف الشديدة فهي اعتيادية.

يصبح الطقس في كلا جانبي القارة معتدل البرودة إجمالاً كلما ازداد البعد عن خطّ الإستواء. تتمتع مدينتي سياتل في واشنطن وويلينجتون في نيوزيلاندا بمناخ نموذجي معتدل يسمى المناخ البحريّ للشاطئ الغربي حيث يسود شتاء أطول وأكثر برودة من المناخ المتوسطي. تتساقط الأمطار خلال ثلثي أيام الشتاء ويبلغ معدّل درجة الحرارة حوالي ٥° مئوية، كما تتساقط الأمطار خلال فصول الصيف المعتدلة، بما أنّ سيطرة المنطقة شبه استوائية ذات الضغط العالي لم تكتمل بعد.

ويشهد المنتصف الشمالي للكرة الأرضية ثلاثة أنواع من المناخ القاري: صيف حارّ وصيف معتدل البرودة وشبه قطبي شمالي^(١). يميّز فصل الصيف بالبرودة المعتدلة عادة، وغالباً ما يتخلله فترات حارة، بينما يميّز الشتاء بانخفاض درجات الحرارة وتساقط الثلوج. وتسيطر الرياح الباردة المقبلة من المنطقة القطبشمالية، والمندفعة بواسطة مكّنات ضغط مرتفعة هائلة وقارية على طقس الشتاء. تأقلم سكّان هذه المنطقة على قساوة الجو مع مرور الزمن. توفي الكثير من جنود نابليون من البرد القارس حين تراجعوا من روسيا عبر تلك المنطقة في شتاء عام ١٨١٢.

إنّ تنوع حالات الطقس في الأقاليم القارية المناخ قد جعلها بين أروع مناطق العالم، إذ تكتسي الغابات الواسعة حلة من الألوان البزاقة في فصل الخريف في أروع مشهد سنويّ قبل قدوم الشتاء حيث تتساقط أوراق الأشجار. وتتكوّن العواصف الرعدية والأعاصير - والتي تُعدّ من بين أقوى الظواهر

الطبيعية - في الربيع والصيف حيث يتفاقم التضارب بين الكتل الهوائية القطبشمالية والإستوائية.

٥ - المناخ القطبي

يوجد نوعان من المناخ القطبي ضمن نطاق الدائرة القطبية الشمالية والدائرة القطبية الجنوبية، هما التندرة والقلنسوة الجليدية^(٢). تتميّز أقاليم التندرة المناخية بصيف قصير وبكثرة النباتات والحيوانات. ويبلغ معدّل درجات الحرارة بـ ١٠° مئوية على الأكثر في تموز. كذلك تنتشر الأزهار البرية في الطبيعة، وتعود جماعات الطيور مجدداً لتغذي من الحشرات والأسماك، وتغذي الحيتان من المخلوقات الصغيرة. عاش الاسكيمو في إقليم التندرة منذ أُلوف السنين.

بإستثناء الثدييات الشديدة القدرة على الاحتمال والطيور، لا يعيش في مناطق القلنسوة الجليدية التابعة للمنتظتين القطبيتين الشمالية والجنوبية سوى قلّة من الكائنات. ونادراً ما ترتفع درجات الحرارة فوق نقطة التجمّد، حتى في فصل الصيف. ويساعد الوجود المستمر للجليد على إبقاء الجو بارداً، حيث يقوم هذا الأخير بعكس أشعة الشمس مجدداً نحو الجو. وتبقى السماء صافية ويتساقط القليل من الأمطار خلال السنة.

٦ - مناخ المناطق الشديدة الارتفاع

ثمة نوعان من المناخ في المناطق الشاهقة هما: النجد Upland والجبلية Highland. يسيطر المناخ النجدي في السهول الواسعة المرتفعة بينما يسيطر المناخ الجبلي في الجبال. ويشبه تسلق الجبل المرتفع الإتجاه نحو القطبين، فالمناخ في قاعدة الجبل استوائي ككيلمانجرو في أفريقيا، بينما هو قطبي في قمته. وغالباً ما يختلف المناخ من جانب إلى آخر من الجبل.

ومما لا ريب فيه أنّه ليس هناك ما يسمى بمناخاً منتظماً، إذ تطرأ على كل إقليم مناخيّ تغيرات صغيرة تستحقّ المناخات المحلية Microclimates، ويعزى سبب المناخات المحلية إلى سمات الأرض كالبحيرات والأشجار والمدن. وتمتصّ أبنية المدن الضخمة كمّيات هائلة من الطاقة الشمسية، ويرتفع معدّل درجة الحرارة في المدينة أكثر من معدلات الحرارة في المناطق المكشوفة. أحدثت منطقة البحيرات الكبرى في أميركا الشمالية تأثيرات مناخية محلية وجوهرية. فقد تميّزت المدن القائمة على الجانب الجنوبي لبحيرة أونتاريو الواقعة بين كندا والولايات المتحدة بكثافة غيومها وكثرة ثلوجها وفاقّت بذلك المدن الواقعة شمال البحيرة.

الاختلافات المناخية

تتبدّل أحوال الجو من يوم إلى آخر خلافاً للمناخ الذي يتغير خلال مئات أو ألوف السنين أو أكثر. إنّ وجود القمم الثلجية القطبية كمّن الدلائل على أنّ الكرة الأرضية لا تزال في العصر الجليديّ حالياً. ويعتقد الكثير من العلماء بأنّنا لا نزال في العصر

الجليدي^(٤) حيث أدّت درجات الحرارة الدافئة إلى انكفاء منطقة القلنسوة الجليدية إلى أناركتيكا وإلى الكثير من الجزر القطبشمالية. ويحتمل تقدّم الجليدة مجدداً بعد بضعة قرون.

ثمة دلائل جيولوجية تشير إلى أنّ المناخ كان مختلفاً تماماً منذ زمن غير بعيد. وقد وجدت المستحاثات^(٥) الصدفة للمخلوقات البحرية القديمة في الصحاري. وتشير هذه المستحاثات إلى أنّ البحر كان يغطي معظم المنطقة الصحراوية منذ حوالي ٤٠٠ مليون سنة.

لقد أثبتت الدلائل الأخرى والمختلفة المصادر التصوّر القائل بأنّ مناخ الكرة الأرضية قد تغير مرات عدّة. وتشير أحافير أوراق الشجر إلى أنّ هناك احتمالاً أن تكون النباتات التي تنمو حالياً في المناطق الإستوائية كانت في ما مضى منتشرة في كلّ أنحاء اليابسة.

من ناحية ثانية، تشير الأحافير إضافة إلى تشكيلات اليابسة والمسماة Moraines - وهي سلسلة صخور وبقايا أخرى ساهمت الأنهار الجليدية في عملية ترسيبها - إلى أنّ القلنسوة الجليدية كانت قد غطّت أربع مّرات على الأقلّ مساحات واسعة من منتصفَي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبيّ خلال ٥٠٠ مليون سنة الماضية. ابتداءً العصر الجليديّ الأكثر حداثة منذ حوالي مليونيّ سنة، وبدأ بالإنحسار منذ حوالي ١٨,٠٠٠ سنة.

يعتقد العلماء بأنّ انحراف محور الأرض وشكل مدارها حول الشمس قد لعبا دوراً في اختلاف المناخ على الأمد الطويل. ورغم اعتقادنا أن تكون العوامل الكوكبية ثابتة، إلّا أنّها ليست كذلك بل تتغيّر ببطء مع مرور الوقت، ويمكنها أن تؤثر على كمّية الطاقة التي تصل إلى بقاع العالم خلال مواسم السنة. كذلك تحدث الاختلافات المناخية خلال أوقات قصيرة، وتسبب تقلّبات في نتاج الطاقة الشمسية. ويمقدور الانحرافات البسيطة في كمّية أشعة الشمس التي تصل الأرض أن تؤثر على درجات حرارة الكرة الأرضية. تقترح إحدى النظريات الشائعة غير المثبتة بأنّ مناخ الأرض متعلّق بعدد البقع الشمسية المتواجدة على سطح الشمس. ولاحظ العلماء تزامناً للفترة الهادئة غير الاعتيادية لنشاط البقعة الشمسية مع العصر الجليديّ الصغير Little Ice Age للقرنين السادس عشر والسابع عشر. وقد تمّ تحديد ذلك عبر دراسات للحلقات من الأشجار وجدت منذ أكثر من ٣٠٠ سنة. ترتبط السمامكة السنوية لهذه الحلقات بكمّية النمو السنوي للأشجار والمرتبطة بدورها باختلافات المناخ.

يتميّز بعض الاختلافات المناخية بكونه متوقعاً تقريباً. تنجت إحدى هذه الاختلافات المناخية من جزاء دفء المياه السطحية للأجزاء الشرقية الإستوائية من المحيط الهادئ. ويطلق على هذا الدفء بـ«النينيو» El Niño. تهت الرياح التجارية في السنوات العادية بشكل ثابت عبر المحيط من الشرق إلى الغرب، وتسحب معها المياه السطحية الدافئة في الإتجاه نفسه. وينتج عن ذلك نشوء طبقة ضخمة من المياه الدافئة في شرق المحيط الهادئ وتراكم للمياه الدافئة في الغرب. تتردّد الرياح العادية كلّ بضع سنوات، وتنعكس تيارات

المحيطات ويزداد عمق المياه الدافئة في شرق المحيط الهادئ. ويؤدّي هذا بالتالي إلى حدوث تغيرات مناخية مفاجئة. كذلك ينخفض تساقط الأمطار في أستراليا وجنوب آسيا. وتضرب العواصف الإستوائية جزر المحيط الهادئ والساحل الغربيّ لأميركا الشمالية والجنوبية. ينتهي النينو خلال سنة تقريباً وتعود الأنظمة المناخية إلى طبيعتها مجدداً.

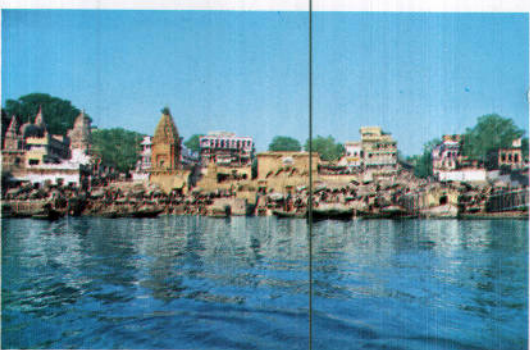
المناخ - نظرة مستقبلية

ييدي الكثير من العلماء اهتماماً بالغاً بما قد تسببه الأنشطة البشرية من تغيرات خطيرة على مناخ الأرض. ويبدو أنّ درجات الحرارة حول الأرض قد ارتفعت قليلاً منذ أواخر سنة ١٨٧٠. والجدير بالذكر أنّ أدفاً خمس سنوات خلال ١٣٠ سنة الماضية ابتدأت في أوائل الثمانينات. ويشير هذا الإتجاه الدافئ إلى ازدياد ظاهرة امتصاص الطاقة الضوئية الصادرة عن الشمس Greenhouse effect. وتُعرف هذه الظاهرة بكونها الآلية التي بواسطتها يتمكّن ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والغازات الأخرى في الغلاف الجويّ من امتصاص بعض الطاقة الضوئية عند انعكاسها من سطح الأرض، ونتيجة ذلك تبقى الأرض دافئة. إنّ أيّ تغيير يطرأ على مكّنات الغلاف الجويّ يمكنه أن يبدّل ظاهرة امتصاص الطاقة الضوئية، وبالتالي جعل الأرض أكثر دفئاً.

إنّ عملية احتراق الوقود الناجمة عن تشغيل المصانع والسيارات إلى جانب إتلاف الغابات الإستوائية قد زادت من كمّية ثاني أكسيد الكربون في الجوّ بنسبة ٢٠ بالمئة خلال المئة عام المنصرمة. كذلك ازدادت كمّية الميثان^(٦) الناتج عن انحلال الموادّ النباتية والحيوانية وكمّية الكلوروفلورو كربون المستعمل في عمليات التبريد، وفي المرشّات الزراعية. ويقدّر ما تزداد نسب هذه الغازات في الجوّ بقدر ما ترتفع درجة حرارة الأرض. وسوف تستمرّ درجة حرارة الأرض في الارتفاع ما لم تتخذ الإجراءات الوقائية للحدّ من ذلك.

ويخشى علماء الأرصاد من ازدياد درجة حرارة الكرة الأرضية إلى حدّ يبدأ معه ذوبان الثلوج القطبية خلال بضعة عقود مقبلة. وقد ينجم عن ذلك ارتفاع بمستوى سطح البحر يؤدّي إلى فيضانات شديدة في المناطق الساحلية. كما يمكن أن يزيد من تساقط الأمطار في بعض المناطق وينخفض كثيراً في مناطق أخرى. ويُحتمل أن تصبح المناطق الزراعية مناطق صحراوية.

ويتفق الخبراء بأنّه من الضروريّ العمل على تخفيض كمّيات الغازات التي تزيد من امتصاص الطاقة الضوئية المناسبة إلى الجوّ. أمّا العوامل المهمة في تحقيق ذلك، فهي تخفيض كمّية الوقود المستعملة والقيام بإيجاد وتطوير البدائل لمادة الكلوروفلورو كربون. لقد تغيّر المناخ لمّرات عدّة خلال تاريخ الأرض. وكانت هذه التغيرات تحدث ببطء طوال أُلوف السنوات الماضية. والجدير بالملاحظة أنّ النشاطات البشرية قد ابتدأت بالتأثير على المناخ في هذا القرن فحسب، ولم ندرك مؤخراً سوى ما يمكن أن يخلفه ذلك من عواقب.



الچانج، نهر الهند المقدّس

تبين الصورة إلى اليسار سهل نهر الجانج كما يبدو من على ارتفاع ٢٣٠ كم (أخذت الصورة في تشرين الأول ١٩٦٨ من ايلول ٧). في القسم الأيسر من الصورة، تغطي الغيوم جزءاً من سلسلة جبال الهيمالايا حيث ينبع الجانج في الشمال على علو ٤٥٠٠ م تقريباً، بعد جريانه ٢٧٠٠ كم واختراقه مدناً كبيرة مثل الله أباد وقارانازي (بينارس) (تظهر الصورة أعلاه الجانج في فارانازي)، يصب الجانج في خليج البنجال في دلتا تبلغ مساحتها ٧٥,٠٠٠ كم^٢.



منعطف من الربو جرانده

يعرف الربو جرانده في المكسيك باسم ريو برافو ديل نورته، وهو يعيّن الحدود بين الولايات المتحدة والمكسيك، لمسافة طويلة تمتد من إلباسو إلى خليج المكسيك.

نهر الكونجو (زائير) (أدناه إلى اليسار)

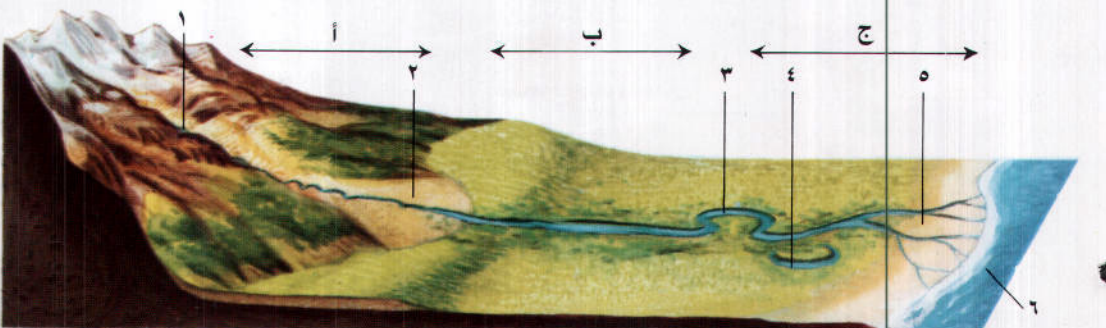
تحيط الغابة الاستوائية تماماً بنهر الكونجو (زائير) الذي يتمعج ببطء في خطوط منحنية ليصبّ في النهاية في المحيط الأطلسيّ. تشكل هذه التمعّجات خاصية مميزة لأنهار المناطق الواطئة البطيئة الجريان وبعض الأنهار التي تجري في الأودية. إلى جانبي النهر، تظهر بعض التمعّجات المنفردة، وهي بقايا من تمعّجات كبيرة انفصلت عن النهر لتكوّن بحيرات صغيرة لها شكل حدوة نموذجي.

يعتبر نهر الكونجو، الذي كان يدعى في السابق نهر زائير، واحداً من أكبر أنهار العالم، نظر إلى طوله الذي يبلغ ٤٢٠٠ كم، وهو يأتي في المرتبة الثانية من حيث مساحة الحوض (٣,٨٢٢,٠٠٠ كم^٢) بعد نهر الأمازون.

مجرى النهر

- المجرى الأعلى.
- المجرى الأوسط.
- المجرى الأدنى.

- (١) الوادي.
- (٢) مروحة غرينية.
- (٣) تمعج.



- (٤) تمعج مقطوع عن النهر.
- (٥) الدلتا.
- (٦) البحر.



أن تتأمن بعض المستلزمات، مثل كمية كافية من الماء، الذي يمكن أن يأتي من الهواطل الجوية أو من ذوبان الثلج والجليد، ومعدّل انحدار مناسب يسمح للماء بالجريان في اتجاه أنهار أخرى ومنها إلى البحيرات أو إلى البحر، وإنفاذية سطحية منخفضة كي لا يمتصّ الماء عندما يجري فوق سطح الأرض. يجري الماء الذي لا تمتصه الأرض فوق المنحدرات، ثم يتجمع في جداول صغيرة، يقوم بعضها، لثمنه بقوة حت أكبر، بحفر مجارٍ أعمق وضمّ جداول أخرى مجاورة له. هكذا يتشكل الجدول الذي يكبر أكثر فأكثر ليصبح نهراً في النهاية.



(٢) قطبشمالي: مجاور للمنطقة القطبية الشمالية.

(٣) القلنسوة الجليدية: منطقة تكتسيها الثلوج والجليد بصورة دائمة.

(٤) الجليديّ: عصر بين زمنيّين جليديّين.

(٥) المستحاث: بقايا حيوان أو نبات من عصر جيولوجي سالف مسجلة في آدم الأرض.

(٦) الميثان: غاز ذو رائحة خفيفة يتشكّل بفعل تحلّل بعض المواد العضوية. تصل نسبته في الغاز الطبيعيّ حتى ٩٨٪.



الأمازون

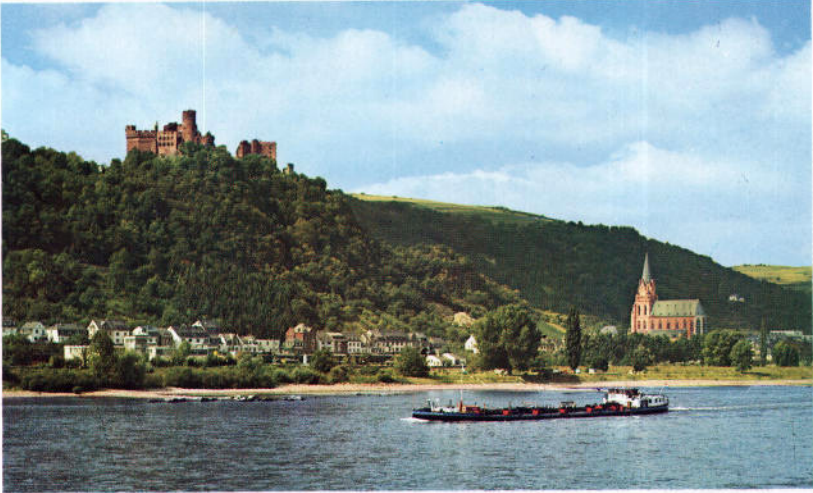
أعطى الإسبان هذا الاسم للنهر في القرن السادس عشر. فعندما دخل الإسبان للمرة الأولى الغابات الاستوائية، تعرضوا لهجوم من هنود لهم شعر طويل، فحسبهم الإسبان نساء محاربات، مثل شعب الأمازون المذكور في الميثولوجيا اليونانية. يبلغ طول الأمازون ٦٤٣٦ كم، ما يضعه في المرتبة الثانية بين أنهار العالم الكبرى، ولكنه يحتل، من دون أي منازع، المرتبة الأولى من حيث معدل التدفق. على مسافة ٦٠٠ كم تقريباً من المحيط، يتجاوز معدل تدفق النهر ٣٢٠٠,٠٠٠ م^٣ من الماء في الثانية. قبل أن يصب في الأطلسي، ينقسم النهر إلى عدد من الروافد تفصلها جزر رملية يتغير شكلها باستمرار بفعل المواد التي ينقلها النهر ويخلفها عند مصبه.



تعميم ازناد الخشب في نهر

شي - جيانج (إلى اليسار)

هناك أنهار عدة مهمة في الصين. ويشكل البياخ تسي كيانج والهوانج هو (النهر الأصفر) اثنين من أكبر الأنهار الصينية. يحمل الهوانج هو هذا الاسم، بسبب الكميات الكبيرة من المواد الطميية الصفراء التي تحملها مياهه. والحقيقة أن النهر يجري عبر بعض السهول التي تغطيها تربة اللّوس، وهي مادة صخرية صفراء طرية جداً تتشكل نتيجة لترسب رمل صحراوي دقيق جداً، تحمله الرياح وتخلقه في السهول.



الرين (أعلاه) يُعتبر الرين، الذي يجري عبر عدد من البلدان الأوروبية، نهراً ألمانياً بشكل أساسي، فقد كان له دائماً دور مهم في تاريخ ألمانيا واقتصادها.

شلالات النيل الأزرق (إلى اليسار) ينبع النيل الأزرق من بحيرة تانا في أثيوبيا، ثم يتحد بالنيل الأبيض في مدينة الخرطوم لتشكيل النيل الحقيقي.

نشأت الحضارة المصرية ونمت على طول هذا النهر الذي يبلغ طوله ٦٦٨٠ كم.

الميسيسيبي، أبو جميع الأنهار (أدناه) أبو جميع الأنهار هو الاسم الذي كان يطلقه الهنود الأميركيون على نهر الميسيسيبي، الذي يبلغ طوله مع رافده، المسوري، ٦٢٦٠ كم. ويشكل النهر معلماً مهماً وبارزاً من طبيعة الولايات المتحدة تمتد من جبال الروكي إلى خليج المكسيك .



الأنهار

تحمل أنهار الأرض الماء الذي يحتاج إليه البشر والحيوانات والنباتات للحياة؛ كما أنّها تؤمّن النقل، والقوّة المائية. وتعلّمت الدول المختلفة كيف تستغلّ قوّة الأنهار ببناء سدود لتوليد الطاقة الكهربائية، مثل السدود على نهر الفولجا. وتشكّل الأنهار أيضاً قوّة طبيعية أساسية تساهم في تشكيل سطح اليابسة. وتصرف الأنهار الماء الزائد إلى البحر، وترسّب التربة والصخور لخلق مساحات جديدة، وتحتّ التكوينات البريّة. خلقت الأنهار معالم مذهشة مثل دلتا النيل في مصر والجراند كانيون في الولايات المتحدة.

الأنهار والنشاط البشري

ساهمت الأنهار من نواح عدّة في نشأة الحضارات البشرية. فقد بنت الشعوب الأولى بلداتها وقراها قرب مجاري الأنهار. ووجد الناس في هذه المواقع الماء والطعام، ووسيلة للنقل، وحماية من الأعداء. وتطوّرت هذه المستوطنات في الكثير من الأحيان لتصبح مراكز مدنيّة كبيرة تشهد حركة تجاريّة ناشطة. وقد تأسّس معظم المدن الكبيرة في الشرق الأوسط والهند وآسيا وأوروبا وأميركا الشماليّة والجنوبيّة، قرب أكبر الأنهار في القارّات المختلفة.

وتبع استيطان الأراضي الجديدة في جميع أنحاء العالم، مجاريّ الأنهار. فقد وصل المستوطنون إلى داخل الأراضي في الأنهار مستخدمين الأطواف أو الزوارق، أو انتقلوا براً عبر وديان الأنهار. وشكّلت الوديان الخصبة أرضاً زراعيّة جيّدة، روّثها الأنهار

والجداول وأخصّبتها. وكانت البلدات تُبنى في الأماكن التي توفّر فيها الأنهار وسيلة لنقل البضائع وقوّة محرّكة للطواحين.

ولا يزال الناس يعتمدون اليوم على الأنهار لتأمين معظم حاجتهم من الماء. فالمدن المتزايدة الحجم تحتاج يومياً إلى كمّيات هائلة من الماء للاستعمال الصناعيّ والمنزليّ. وتولّد السدود الكهربائيّة ملايين الفولتات من الكهرباء، التي تلبي حاجات المناطق المدنيّة والريفيّة من الطاقة. وفي المناطق الجافة وشبه الجافة، تُستعمل مياه الأنهار لريّ الأراضي الزراعيّة.

غىّر الإنسان في بعض الحالات مجاري الأنهار وسرعة جريانها. فللحصول على أكبر فائدة ممكنة من هذه الموارد الطبيعيّة، يغيّر الإنسان الأنهار بواسطة مشاريع هندسيّة؛ فيزيد عرض المجاري وعمقها، ويسوّيها للتحكّم بسرعة الماء وجريانه. يبني المهندسون الأحواض والسدود ومسارب الفيضان للتحكّم بالفيضانات. وتحول هذه المنشآت دون فيضان مياه الأنهار، وتحدّ من مدى الضرر الذي يلحق البلدات والأراضي الزراعيّة المجاورة. ويبني المهندسون كذلك قنوات مجهّزة بهويسات (لرفع السفن أو خفضها من مستوى إلى آخر) وسدود، لتمكّن السفن والمراكب من تجاوز الشلالات والمنحدرات. وفي بعض الحالات، يحفرون قنوات لربط الأنهار بأجسام مائيّة أخرى. ويُعتبر طريق سان لوران البحري، الذي يشكّل جزءاً من الحدود بين الولايات المتحدة وكندا، أحد أفضل الأمثلة على مثل هذه المشاريع. ويتألّف الطريق البحريّ من مجموعة من

السبل المائية والقنوات العميقة والهويسات تمتدّ على ٣٧٦٩ كيلومتراً. ويربط هذا الطريق البحريّ البحيرات الكبرى الخمس في كندا والولايات المتحدة بالمحيط الأطلسي، ويؤمّن ١٥,٢٨٨ كيلومتراً من السبل المائية الصالحة للملاحة.

ويمكن أن تُلجّق الأنشطة البشرية ضرراً بالأنهار. فالصناعات، مثل صناعة الورق وتوليد الطاقة النوويّة، تحتاج إلى كمّيات كبيرة من المياه. وتلوث الفضلات والمياه الساخنة التي تطلقها هذه المصانع، الأنهار والجداول، ويمكن أن تؤذي أو تلتف الحياة النباتيّة والحيوانيّة التي تعتمد على السبل المائية. وقد أصبح الكثير من المجاري المائية ملوّثاً بسبب مياه المجاريّ أو الأسمدة والمبيدات الكيميائيّة التي تتسرب إلى الماء من الأرض المحيطة. وفي بعض المناطق، زاد إتلاف الأراضي العشبيّة والغابات في مستجمعات الأمطار من مشكلة الفيضانات، وجعل المجاري موحلة وملأ البحيرات بالغرين (الطين). وفي مناطق أخرى، أدّت الحواجز أو السدود التي بُنيت للتحكّم بفيضان النهر، إلى تفاقم المشكلة. فإذا تُخفّضت سرعة جريان النهر أكثر من اللازم، يمتلئ مجرى النهر تدريجيّاً بالغرين فيصبح ضحلاً وأقلّ قدرة على نقل الكميّة نفسها من الماء. ونتيجة لذلك، يصبح النهر غير قادر على تصريف الماء الإضافي في الفترات التي تشهد أمطاراً غزيرة، فيفيض على ضفافه بسرعة أكبر مما كان يحدث قبل إنشاء الحواجز والسدود.

كيف تجري الأنهار؟

يبدأ النهر كغدير، أو جدول رقيق، على أحد

المنحدرات. وقد يأتي ماؤه من الأمطار أو الثلج أو ينبوع أو ذوبان الجملدات. وفي جريانه إلى أسفل المنحدر، تتحد به غدران أخرى لتشكيل جدول. ثمّ تتجمّع عدّة جداول لتشكيل جدول أكبر حجماً يتّسع ليصبح نهيراً. ويزداد حجم المياه في هذا المجرى حتى يصبح أخيراً نهراً.

وعلى طول المجرى، يتلقّى النهر الماء من الجداول التي تصبّ فيه، وتُعرف بالروافد. ويؤلف النهر وروافده نظاماً نهريّاً أو شبكة نهريّة. وتُعرف المنطقة التي يصرف النظام النهريّ ماءها، بالحوض. ويفصل حدّ فاصل بين مناطق تصريف الجداول المتجاورة. وتتعدّى الأنهار أيضاً من المياه الجوفيّة - ماء تسرّب داخل الأرض بدلاً من الجريان فوق السطح. يصبّ هذا الماء في النهر بصورة مطّردة، وأحياناً عبر ينابيع جوفيّة.

لجميع الأنهار تقريباً، مجرى علويّ ومتوسط وسفليّ. ويتميّز كل منها بصفات خاصّة. يبدأ المجرى العلويّ في المرتفعات، حيث يكون النهر صغير الحجم؛ ويتدفّق عادة بسرعة واختلاط، ويشقّ ممراً ضيقاً في التلال أو الجبال الصخريّة. وقد يدرّج النهر في جريانه السريع صخوراً ضخمة. ويشكّل النهر شلالاً حيث يحفر الطبقات الصخريّة الطريّة، تاركاً الصخر الصلب أو المقاوم للحثّ، الذي يشكّل جرفاً يسقط من فوقه الماء. ويتدفّق النهر بسرعة كبيرة فوق الطبقات الصخريّة المتحدّرة. وعندما يتبع تكوين صخريّ صلب خطّاً محدّداً في منطقة ما، تشكّل جميع الأنهار التي تقطعه، شلالاً. ويُعرف هذا

نهر الدّانوب: ثاني أطول أنهار أوروبا بعد الفولجا. ينبع من جبال الغابة السوداء في غرب ألمانيا، ويجري على مسافة ٢٨٥٠ كم ليصبّ في البحر الأسود. ويقطع الدانوب تسعة بلدان فيتحوّر اسمه عدّة مرّات.

ففي ألمانيا والنمسا يُسمّى الدوناو، وفي سلوفاكيا الدوناج، وفي هنغاريا الدونو، وفي كرواتيا وصربيا وبلغاريا الدّوناڤ، وفي رومانيا الدّوناريا، وفي أوكرانيا الدّوناي. لعب الدانوب دوراً حيويّاً في نشوء المدن والبلدات، وفي التطوّر السياسي في بلدان أوروبا الوسطى. فقد شكّلت ضفافه المائيّة بالقصور والقلاع، الحدود بين امبراطوريّات عظيمة، واستخدمت مياهه معبراً تجاريّاً حيويّاً بين الأمم. وقد ألهم التهر الموسيقيّين مقطوعات رائعة مثل «الدانوب الأزرق»، الفالس الشهيرة التي وضعها يوهان شتراوس الابن في العام ١٨٦٧ والتي أصبحت رمزاً فيينا الإمبراطوريّة. وبقي النهر حتى القرن العشرين ممراً تجاريّاً هاماً ومصدراً للطاقة الكهربائيّة، لا سيّما أجزاؤه العليا. وقد اعتمدت المدن الواقعة على النهر، ومنها عواصم وهي فيينا (النمسا) وبودابست (هنغاريا) وبلجراد (صربيا)، على هذا الشريان اعتماداً كبيراً في نموّها الاقتصاديّ.





نهر التايمز: أبرز أنهار إنجلترا، وقد نبتت على

ضفافه مدينة لندن. ينبع من كوتسولد هيلز في جلوسستر، ويتجه شرقاً عبر ست من مقاطعات البلاد الجنوبية ليصب في بحر الشمال عند ذي نور The Nore يعني اسمها الضفة الرملية. يبلغ طول النهر الإجمالي حوالي ٣٣٨ كم. ومجرى النهر بين تيدنجتون ونور، والبالغ طوله ١٠٤ كم، عرضة للمدّ والجزر. أبرز روافد التايمز الشّورن، الويندراش، الإفلود، الشّيرويل، الأوك، التام، الكينيت، اللادون، الكولن، لوي والمول. وقد تهدّد الفيضانات الأحياء اللدنية المشرفة على النهر عندما تتدفّق المياه العالية باتجاه المصب أثناء حصول المدّ في فصل الربيع. وخوفاً من تعرّض لندن للمدّ الذي يتفاقم مع هبوب العواصف البحرية في بحر الشمال، أنشأت السلطات حواجز على الأجزاء الدنيا للنهر. وقد بدأت هذه الحواجز بالعمل في العام ١٩٨٢. ولأنّ التايمز مصدر المياه الرئيسيّ للندن وضواحيها الغربية وكذلك للمناطق الأبعد الواقعة حول أوكسفورد وفارينجتون، وجب أخذ خطر الجفاف بالحسبان.

وقد أنشأت الحكومة في العام ١٨٥٧ مجلس الحفاظ على التايمز لضبط النهر؛ وفي العام ١٩٠٨، أنشأت إدارة مرفأ لندن للإشراف على مستوى المياه بعد مدينة تيدنجتون، حيث انخرى عرضة للمدّ والجزر. وفي العام ١٩٧٤، وضعت إدارة مياه التايمز (وهي إحدى ١٠ إدارات مياه منطقية أنشئت في العام ١٩٧٣) يدها على إدارة الدورة المائية في حوض التايمز. وتشرف الإدارة على توزيع مياه الشفة وتنظيم الصرف الصحي ومعالجة هذا الصرف والتخلص منه وضبط التلوث وإدارة مراكز الاستجمام.

كان التايمز صالحاً للملاحة في مراكب كبيرة حتى أوكسفورد وإلى ما ورائها في العام ١٦٢٤ ولكن بصعوبة، إلى أن أنشئت أقفال عند ستاينز في العام ١٧٧١. وأضيفت أقفال أخرى بين

السهل. تجتذب تربة الرقّات الخصبة الإنسان ليستقرّ فيها، لكنّ الفيضان يمكن أن يتلف المحاصيل والممتلكات على طول النهر. ولحماية السهل، يقوم المهندسون برفع الوحل المترسّب من قاع النهر، فيصبح مجرى النهر أعمق، أو يبنون سدوداً صناعية أو حواجزاً لصدّ مياه النهر عند ارتفاعها. عندما يبلغ النهر البحر، يُلقى عند مصّبه بما تبقى من حمولته المؤلفة من الغرين والحصى والرمل. وتشكّل هذه المواد منطقة مثاقلة الشكل، دائمة الاتساع، تُعرف بالدلتا. ويتفرّع النهر في هذه المنطقة إلى عدّة فروع تصبّ في البحر. وغالباً ما تعيش نباتات وحيوانات فريدة في هذا الخليط من الماء العذب والمالح. وإذا شدّ بعض فروع النهر بالغرين أو النباتات، يشكّل النهر فروعاً جديدة توتّع الدلتا. وحيثما ينخفض السهل الساحليّ عند مصبّ النهر، تدخل مياه البحر في وادي النهر، فتشكّل مصباً خليجياً، كما في مصبّ نهر السان لوران مثلاً.

على أطراف صفحات الجليد القارية أو في السهول، مثل سهول كاتنبري في الجزيرة الجنوبية من نيوزيلاندا. في بعض الأحيان، تتدفّق مياه الأمطار الغزيرة أو مياه ذوبان الثلج من الجرى العلويّ أو الأوسط في الجرى السفليّ الضحل، فيفيض النهر ويغمر الأراضي المحيطة، مخلفاً وراءه طبقة رقيقة من الفيضان النيل السنويّ، أو في مناسبات نادرة فقط، كما في حال هطول أمطار غزيرة جداً أو ذوبان الثلج بشكل مفاجيء وكثيف. وإذا كان فيضان النهر موسميّاً، تتراكم الطبقات الرسوبية مع الوقت، وتكوّن رقة (سهل ناشيء عن الأتربة التي تخلفها مياه الفيضان) واسعة وخصبة، مثل الرقة الممتدة على طول نهري المسيسيبي والنيل. ويترسّب القسم الأكبر من الغرين والرمل في المناطق الأقرب إلى مجرى النهر، فيشكّل حاجزاً عريضاً. ومع مرور الوقت، قد يسيل النهر في مجرى أعلى من مستوى

تكويناً من الناحية الجيولوجية، فيما توجد الوديان بشكل U في المناطق الأقدم تكويناً في الولايات الوسطى والشرقية. ويصل النهر في مجراه السفليّ إلى منحدر خفيف جداً. ويلقي من حملة كمية أكبر ممّا فعل في الأجزاء العالية من مجراه، ويبدأ بتسوية قاعه بالأرساب، بدلاً من حثّه وحفره. ويصبح الوادي في هذه المنطقة سهلاً واسعاً. يتعرّج النهر مشكلاً منعطفات كبيرة بشكل S، ومكوّناً حلقات تُعرف بالتعرّجات. عندما تفيض مياه النهر، قد يحدث أن تعبر المياه الجزء الضيق من الحلقة، فتشكّل مجرى جديداً أقصر. وتكوّن الحلقة المنفصلة عن النهر بحيرة تُعرف بالبحيرة القوسية أو المقطّعة. وتظهر المجاري المجذولة عندما يهبط مستوى النهر، فتتكشف أشربة الرمل أو الحصى. وقد يصبح الجرى المتعرج مجذولاً في سافلة النهر عند منعطف ضيق في النهر، حيث ترتفع المواد الحشنة من قاع النهر لتشكّل أشربة رملية أو جزر من الحصى. وتظهر المجاري المجذولة نموذجياً

الخطّ بخطّ السقوط أو خطّ الشلال. وعندما يصل النهر إلى منبسط أو منخفض، يمكن أن يشكّل بحيرة. طوال آلاف أو ملايين السنين، يحثّ النهر التربة والصخور، ويحفر وادياً عميقاً بشكل V. ويتوقّف شكل التكوين الذي يخلقه النهر على قوّة مجراه وعلى نوع المادة التي يحثّها. عندما ينزل النهر إلى مناطق أقلّ ارتفاعاً، يجري ببطء أكثر، فوق المنحدرات الخفيفة التي تشكّل مجراه الأوسط. ويصبح مجرى النهر أضعف، فلا يعود قادراً على حمل الحجارة أو الحصى. فتترسّب هذه المواد في مجرى النهر، حيث تشكّل أشربة من الرمل أو الحصى، أو تكوّن جزراً. ويتغيّر شكل هذه التكوينات بصورة متواصلة مع ترسيب النهر المواد أو حتّى. وتؤثّر هذه التكوينات بدورها في النهر، فتغيّر مجراه. تتجه التيارات النهرية باتجاه ضفة أو أخرى، فتحثّ ضفاف النهر وتوسّع واديه، فيتحوّل من شكل V إلى شكل U. وفي الولايات المتحدة، مثلاً، تكثّر الوديان بشكل V في الولايات الغربية الأحدث

نهر الرين: نهر هام ومعبر مائيّ بارز في أوروبا الغربية، ينبع من منبعين في جبال الألب (شرق وسط سويسرا)، ويجري غرباً وشمالاً ثم إلى الشمال الغربيّ قطعاً حوالي ١٣٩٠ كم ليصبّ في بحر الشمال عند شواطئ هولندا. يشكّل الرين الأعلى جزءاً كبيراً من الحدود بين سويسرا وكلّ من ليشتنشتاين والنمسا وألمانيا، يجري شمالاً غرباً بشكل إجمالّي، ولا يلبث أن يعاود الاتجاه شمالاً عند بازل، المدينة السويسرية، ليشكّل جزءاً من الحدود بين فرنسا وألمانيا. ويخترق بعد ذلك ألمانيا متّجهاً إلى الشمال ويتزوّد بالمياه من الشرق من نهر النيكار عند مدينة مانهايم، ونهر الماين عند مدينة ماينز حيث ينعطف غرباً، ثم إلى الشمال الغربيّ باتجاه بحر الشمال. وعند مدينة كوبلنز، ينضمّ إلى الرين نهر موزيل من الغرب ليعبر بعد ذلك مضائق الرين الجبلية الخلابة باتجاه بون ودوسلدورف ليصبّ فيه نهر الرور. ويدخل أراضي هولندا عند أرnhem، فيتفرّع إلى عدّة فروع أهمّها نهر ليك ونهر قال. ومع إتمام هولندا مشروع الدلتا الضخم في العام ١٩٨٦، أقفلت الفروع الرئيسية، وباتت مياه الرين تصل إلى بحر الشمال عبر صفامات وأقنية. وتُعتبر قناة المعبر المائيّ الجديدة عند روتردام أبرز رابط ملاحيّ بين الرين وبحر الشمال. والرّين معبر مائيّ دوليّ منذ العام ١٨١٥، بناءً على اتفاقية فيينا الموقعة آنذاك. وفي أجزائه الدنيا والمتوسطة، يلعب النهر دور الشريان الأساسيّ للنظام المائيّ الداخليّ المتشابك في ألمانيا وشمال شرق فرنسا والبلدان المنخفضة. أبرز مرافقه بازل وستراسبور ومانهايم وكولن وديورنبرج وروتردام؛ وأبرز البضائع التي تعاطاها الفحم الحجريّ ومشتقات النفط والحامات المعدنية والحبوب، وتُنقل هذه البضائع في مراكب ألمانية وهولندية كبيرة. وقد استغلّت طاقته الكهربائية بكثافة، لا سيّما في أجزائه العليا في جبال الألب. في أواخر القرن العشرين، باتت المسافة الصالحة للملاحة في الرين تبلغ ٨٧٠ كم، وهي صالحة للملاحة سفن يبلغ وزن واحدتها فارغة ٥٠٠ طن، وذلك يعني أن أبعد مرفأ يمكن لهذه السفن الوصول إليه هو مرفأ راينفلدن على الحدود الألمانية السويسرية. وتبلغ مساحة حوض النهر، بما فيه الدلتا، أكثر من ٢٢٠.٠٠٠ كم^٢. وفي العام ١٩٩٢، أنجز ما يسمّى قناة الدانوب الرئيسية التي تربط بحر الشمال بالبحر الأسود، وتسمح للقوارب الكبيرة بالانتقال بين البحرين، وهي تربط أنهار الراين والماين والدانوب.

الجزء المعرض للمدّ والجزر لأغراض تجارية، ومن هذه الأقنية قناة تصل الجراندي يونيون بالوست ميدلاندز وديريشير. ويعدّ التايمز بعد «جسر البرج» الشهير أحد أبرز الممرات المائية في العالم وتديره إدارة التايمز الملاحية.

كورت، ونزولاً من تاور باير إلى تيلبوري وساوثند أون سي ومارجيت. وتعتبر قوارب ركّاب بين جرينتش وياتي، وتقطع مُعدّيات (مراكب عبور) من ضفة إلى أخرى بين وولويتش ونورث وولويتش، وبين جراينفرد وتيلبوري. وأعيد تأهيل بعض الأقنية المهجورة المرتبطة بالتايمز في سّينات القرن العشرين، وذلك لممارسة هواية التجديف. وتُستخدم الأقنية الواقعة على

العامين ١٨١٠ و١٨١٥ بين ستاينز وتيدنجتون، وذلك بإشراف بلدية لندن. وسمحت تحسينات لاحقة للقوارب بالوصول إلى ليكلاند، وأحياناً إلى أبعد من تيدنجتون، لا سيّما إلى كينجستون. وتعتبر مراكب بخارية النهر بين أوكسفورد وكينجستون ناقلةً ركّاباً، لا سيّما صيفاً. وتعمل هذه المراكب أيضاً بين وستمينستر في لندن الكبرى، صعوداً إلى كيو وريشموند وهامپتون

نهر السين: يبلغ طول نهر السين ٧٨٠ كم. يُصرّف مع روافده المياه في منطقة تبلغ مساحتها ٧٨.٧٠٠ كم^٢ في شمال فرنسا. هو أحد أهمّ أنهار أوروبا تاريخياً، ويحمل معظم مياه الداخل الفرنسي. ومنذ المراحل الأولى للقرون الوسطى، يعرف السين بأنّه نهر باريس، فالاعتماد المتبادل بين النهر والمدينة التي بُنيت على أكبر مفاصله، قائم بشكل لا تنفصم عراه. وما يزال المركز الحصب لحوض السين، المعروف باسم إيل دو فرانس، والذي كان مهد الملكية الفرنسية ونواة الأفة الفرنسية، هو المنطقة الترويويليتية (منطقة محيطه بمدينة كبيرة ومندمجة فيها اقتصادياً واجتماعياً).



نهر النيل

نهر النيل، أو بحر النيل، هو أطول نهر في أفريقيا والعالم. ينبع من مرتفعات واقعة جنوبي خط الاستواء، ويجري شمالاً عبر شمال شرق أفريقيا ليصب في البحر المتوسط.

يغطي حوض النيل حوالي عُشر مساحة أفريقيا،
ويقسّم طبيعياً إلى سبع مناطق رئيسية: هضبة
البحيرة في شرق أفريقيا ونهر بحر الجبل والنيل
الأبيض والنيل الأزرق ونهر عطبرة والنيل شمال
الخرطوم ودلتا النيل. ينبع أقصى روافد النيل، وهو
نهر كاجيرا، من منطقة البحيرات الأفريقية الشرقية
في بوروندي، ويجري شمالاً مختطفاً تانزانيا
ورواندا وأوغندا مشكلاً الحدود بين هذه الدول.
ويدخل بعد ذلك في بحيرة فيكتوريا من الغرب.
ويخرج النيل من هذه البحيرة باسم نيل فيكتوريا
فيخترق بحيرتي كوجا وألبرت ليخرج باسم نيل
ألبرت. ويدخل النهر الأراضي السودانية عند
نيموله فيصحب اسمه نهر بحر الجبل، إلى أن يلتقي
مع نهر بحر الغزال ونهر سباط بالقرب من
مالاكال. وقبل الوصول إلى مالاكال، يعبر نهر بحر
الجبل ونهر بحر الغزال منطقة السد المنخفضة
والمستقيمة الغنية بنباتات البردي الكبيرة وغيرها من
النباتات المائية. وبعد اتحاد النيل مع نهر سباط،
يصبح اسمه النيل الأبيض، وما يلبث أن يلتقي مع
النيل الأزرق الذي ينبع من وسط الهضبة الأنثيوبية.
ويلتقي النهران قرب الخرطوم. وشمال شرق
العاصمة السودانية، يلتقي النيل آخر روافده
الرئيسية وهو نهر عطبرة الذي يصب في النيل من
الشرق. وبعد التقائه بعطبرة، يرسم النيل حرف
S كبير مائل إلى الشمال الغربي، ثم يعبر ثلاثة
جنادل (شلالات) ليدخل بعد ذلك بحيرة ناصر

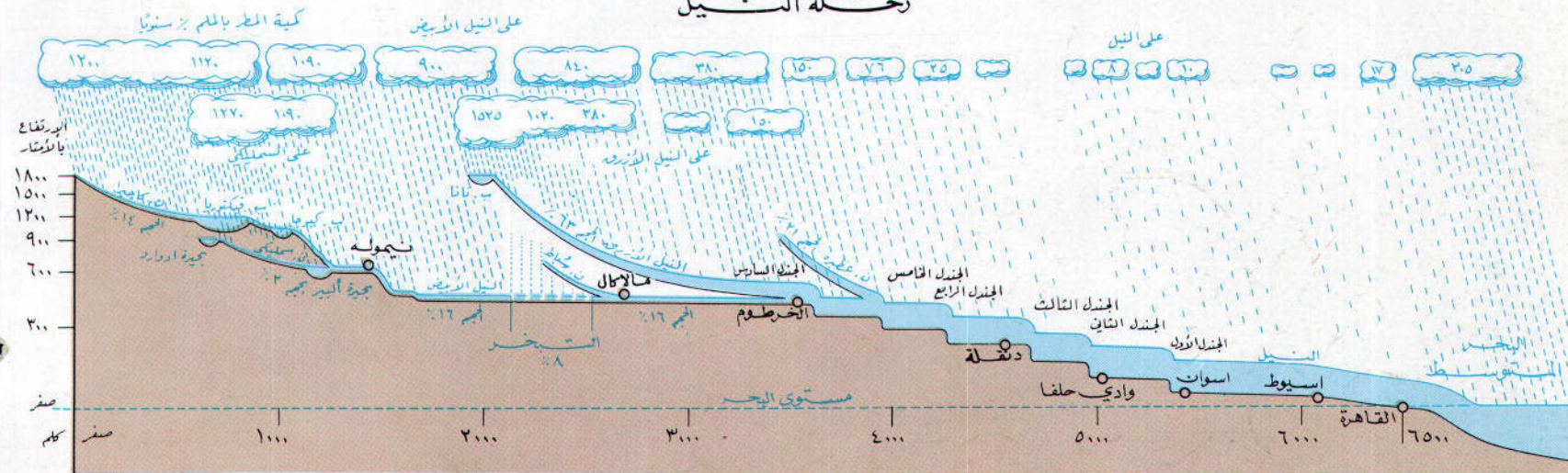
(وتسمى بحيرة الزبدا في القسم الواقع في السودان)، وذلك قريبا من الحدود السودانية - المصرية. وبعد سد أسوان العالي الذي كَوّن البحيرة، يتابع النيل جريانه شمالا في الأراضي المصرية ليصل إلى رأس الدلتا قرب القاهرة حيث يتشعب إلى عدة فروع تصبّ كلها في الحوض الشرقي للبحر المتوسط.

من أبرز خصائص النيل المائية، فيضانه السنوي جنوب مد أسوان العالي. ففي شمال السودان، يبدأ النهر بالارتفاع عن منسوب مياهه في آيار ليصل إلى أعلى مستوى له في آب، ويعود المنسوب إلى التراجع بعد ذلك فيبلغ أدنى منسوب



له بين كانون الثاني وأيار. وعلى الرغم من أن الفيضان ظاهرة دورية، فإن حجمها ويوم انطلاقها يختلفان من عام إلى آخر. ويعود الفيضان إلى ازدياد كمية المياه في النيل الأزرق وعطيره، جراء هطول أمطار موسمية غزيرة على الهضبة الأثيوبية حيث ينبعان. فالهضبة الأثيوبية تقدّم أكثر من ٨٠٪ من مياه النيل، فيما يأتي الباقي من هضبة البحيرة في شرق أفريقيا. وحصة النيل من النيل الأزرق أكبر من حصته من عطيره خلال موسم الفيضان، لكن خلال موسم انخفاض منسوب المياه، يلعب النيل الأبيض الدور الأبرز في تزويد النيل بالمياه.

رحلة النيل



إلى أراضي مستنقعية خلال الفصل المطير. وجنوبي هذه المنطقة، أي بالقرب من النيل الأزرق وبمحاذاة، تنتشر غابات السفناء وغابات تكثر فيها الأمطار.

تكثر الأسماك وتتوزع في نظام النيل المائي. أبرز الأنواع النيلابيا الذي يعد مصدراً هاماً لغذاء السكان واللوط *Lates Niloticus*، الفرخ الضخم الذي يصل وزن واحدته إلى ١٤٠ كغ في كثير من الأحيان، إضافة إلى أنواع عذّة من أسماك السُور *Catfish*. ومن زواحف حوض النيل، التماسيح والسلاحف لبنة الصدفة والعظاية، وأنواع عذّة من الأفاعي بما فيها نوعان من أنواع الضل.

يُعرف سكان الحوض الأعلى للنيل بالنيّليين. وتُفطن قسماً كبيراً من جنوب السودان قبائل ناطقة بلغات نيّلية وبانتوية، فيما تسكن وسط السودان قبائل سامية رعوية. وفي شمال البلاد، يعيش عرب ونوبيون مسلمون إضافة إلى مجموعات حامية. والمصريون إجمالاً من أصول حامية مختلطة بعناصر أوروبية في الشمال، ونوبية في الجنوب.

ويعود استخدام مياه النيل للرّي في مصر إلى يوم بدأ الإنسان برشّ البذور في الوحل الذي تخلّفه مياه الفيضان بعد انحسارها. ولذلك يُعتقد أنّ النيل قدّم دعماً حيوياً للمستوطنات البشرية منذ ٥٠٠٠ سنة على الأقلّ. وبات الريّ المستمرّ ممكناً بعد إنشاء عدد من الحواجز والشبكات المائية

على النهر قبل نهاية القرن التاسع عشر. ومع حلول القرن العشرين، كان نظام الأقينية قد أعيد تنظيمه، وسدّ أسوان الأول قد أنشئ في العام ١٩٠٢. ونُي سَدّ أسوان العالي بين العامين ١٩٥٩ و١٩٧٠، وذلك في موقع يبلغ فيه عرض النهر ٥٥٠ م، ووضافه عالية ومكوّنة من الجرانيت. وقد أتمّ السدّ سيطرة الإنسان على النيل، فتمّ التحكم بفيضانه، ونشأت بحيرة ناصر البالغ طولها ٥٠٠ كم خلف السدّ والتي تصل إلى داخل الأراضي السودانية. ويحمي السدّ الناس والمزروعات من أضرار الفيضان، ويُنتج كميات هائلة من الطاقة الكهربائية. والنيل وسط مهمّ لانتقال الناس والبضائع. والنيل البالغ طوله ٦٦٧١ كم يفرغ حوضاً مائياً بمساحة ٣.٣٤٩.٠٠٠ كم^٢، بمعدل تفريغ سنويّ يساوي ٣١٠٠ م^٣ في الثانية.

نهر الفرات (في الأسفل)

الفرات، واسمه السومري بورانو والأكادي
پورانو والفارسي القديم أفرات واليوناني
واللاتيني يوفراتس والتوراتي ييراث والتركي
فيرات، أكبر نهر في آسيا الغربية. ينبع من الهضبة
الأرمينية في تركيا، ويجري باتجاه الجنوب إجمالاً
عابراً سوريا وجنوب العراق حيث يلتقي مع نهر
دجلة، فيشكلان معاً شط العرب الذي يصب في
الخليج العربي. ويبلغ طول الفرات ٢٧٠٠ كم.
يقسم الفرات طوبوغرافياً إلى ثلاثة أقسام:

(١) الفرات الأعلى الذي يبدأ مع رافدين أساسيين: الكار (الموحد) والمورات (الضافي). ويقطع هذان الرافدان للذنان ينبعان من الهضبة الأرمينية ودنياناً عدّة تخترقها عدّة مضائق إلى أن يلتقيا على بعد حوالي ٥٠ كم إلى الشمال الغربي من بلدة إيلازج. وانطلاقاً من هذا المنطق المرتفع، يشكل الفرات انحناءة عكسية بين السلاسل الجبلية الضخمة المعروفة بـجبال طوروس في جنوب تركيا، وينحدر إلى مستوى أدنى بحوالي ٣٠٠ م عند وصوله إلى الهضبة السورية، وذلك عند بلدة سمست التركية.

(٢) الفرات الأوسط الذي يبدأ عند سمست وينحدر إلى المنخفضات العراقية عند هيت ويبلغ ١٥٠٠ كم. ويقطع هذا الجزء وادياً ذا جوانب شديدة الانحدار مقارنة بسطح الهضبة، وبراوح عرض سهل الفيضان بين ٣ و ٦ كم. أبرز الروافد في هذا الجزء نهر الخابور.

(٣) الفرات الأدنى الذي ينطلق عند هيت من الوادي السحيق إلى سهول العراق حيث يتراوح حجم مياهه وسرعته. وجزء المناخ الجاف في هذه المنطقة، يتسبب الكثير من الماء فيضاً هذا الماء المقفود إلى الكميات التي تضع في المستنقعات وبسبب أعمال الري. وتراكم رواسب كبيرة في دلتا الفرات، ويصاحب التصريف الصعب شبكات متشابكة من الأقنية ومستنقعات وبحيرات دائمة ضحلة. في هذه التشكيلات تنصّب قسماً كبيراً من مياه الفرات، ويروح حجم التشكيلات بحسب الظروف المناخية. ويجري

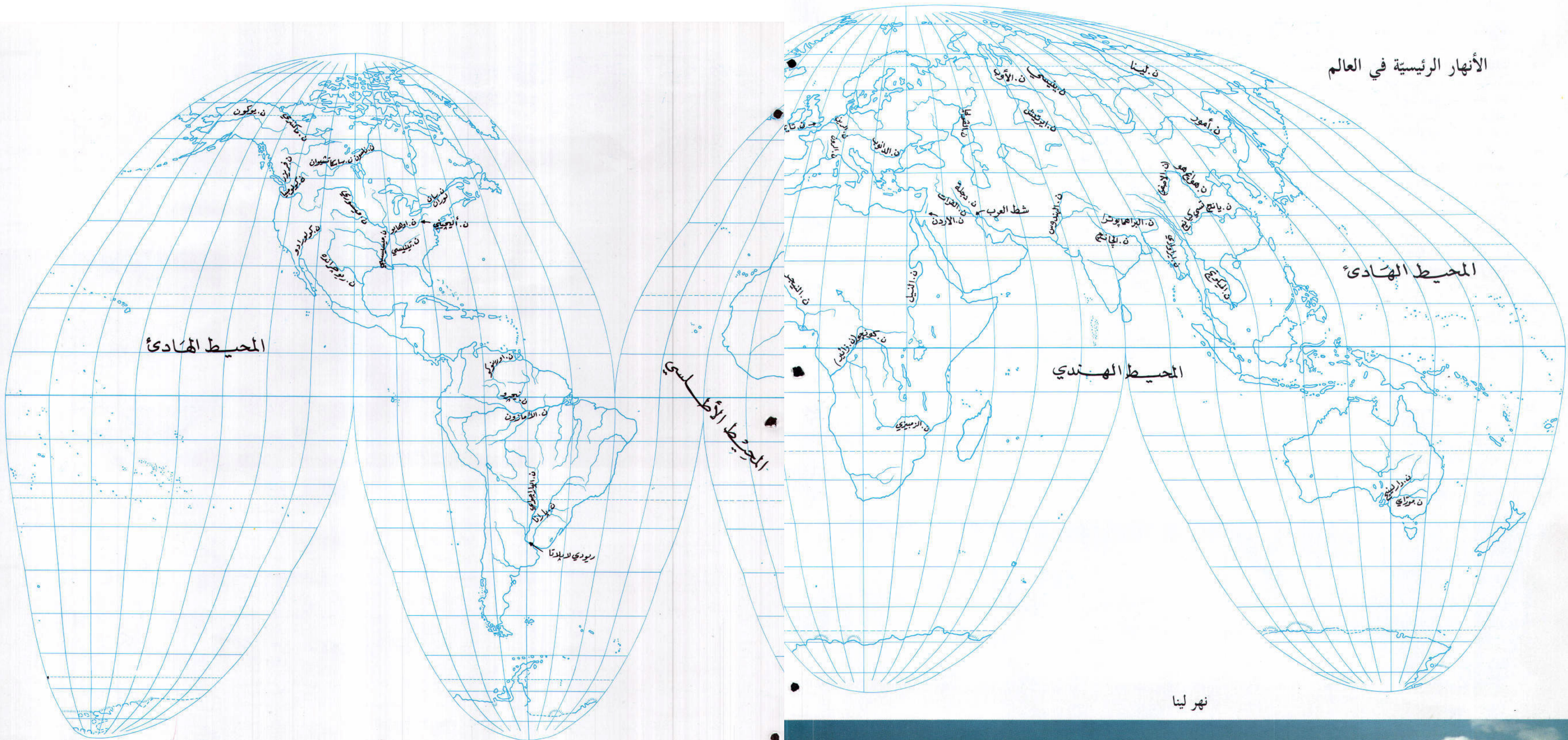
الفرات بين هيت والمسيب في قناة واحدة. ويقترب الفرات عند الفلوجة الواقعة بين هيت والمسيب من نهر دجلة، وقد نشأت عند هذه النقطة مدينة بغداد. وبعد المسيب، ينقسم النهر إلى فرعين: شرقيّ يسمّى شطّ الحلة وكان في الماضي قناة رئيسية، وغربيّ يسمّى شطّ الهندية هو اليوم القناة الرئيسية. ويتحدّ الفرعان عند السماوة بعد ١٧٥ كم من تفرّعهما، ويطلّ الجرى واحداً حتى الناصرية. وينقسم الفرات بعد ذلك إلى قنوات عدّة تجري في مناطق مستنقعية وتشكل بحيرة هور الحمار التي تتلقى مع دجلة عند طرفها الشرقي، حيث ينطلق النهران في نهر واحد هو شطّ العرب يجري على مسافة ١٩٣ كم ويصبّ في الخليج العربيّ.

وقد خلق النهر بعدد انتظام فيضاناته الفصلية والسبوتية، مشكلتي ضبط الفيضان وتأمين وسائل ري مناسبة. فبعد التاريخ، ولا سيما في الأزمنة الحديثة، ثبت أعداد كبيرة من الجسور والسدود والحواجز والخزانات والسيارات والأقنية وغيرها من وسائل تصريف المياه.

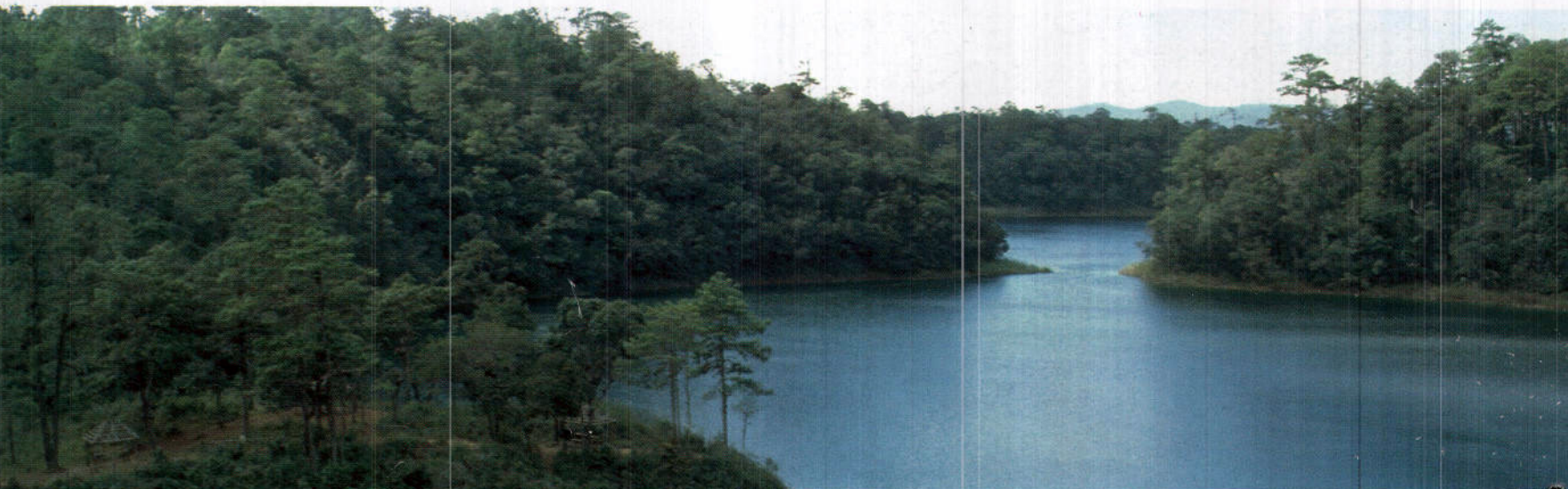
وقد احتضن الفرات حضارات ما بين النهرين منذ السومريين وحتى العباسيين. وقد تقاسمت ثلاثة شعوب المنطقة في الألف الأول قبل الميلاد، فقطن البابليون الجنوب، والآراميون الوسط، فيما قطن الحثيون الشمال. وشكلت المناطق الآرامية جزءاً من مملكة الآشوريين التي نشأت لاحقاً. وما لبث الجزء السوري من الفرات أن شكّل الحدود بين الدولتين الرومانية والفارسية.



الأنهار الرئيسية في العالم



نهر الأمازون



بحيرة سايا (إلى اليسار)

يرجع تكوين بحيرة سايا، إحدى أكبر بحيرات فنلندا (١٣٠٠ كم^٢)، إلى امتداد قلنسوتي الجليد الذي حصل في الدهر الرابع والذي غطى في أوقات مختلفة كل مناطق اسكنديناويا والبلطيق. في فنلندا، التي يطلق عليها باستحقاق إسم «أرض الـ ١٠,٠٠٠ بحيرة»، أدى العمل الحاث للجليد إلى تشكّل عدد كبير من البحيرات (يتجاوز مجموعها الـ ٥٠,٠٠٠) تغطي عُشر مساحة اليابسة تقريباً. تتميز معظم البحيرات بشكل لامتنسق وعمق لا يتجاوز عادة الـ ١٠٠ متر.

تنتشر في البحيرات جزر صغيرة تغطيها الغابات الصنوبرية.



كرايتير لايك (بحيرة الفوهة)

تقع كرايتير لايك في جبال الكاسكاد (الشلال) في ولاية اوريغون الأميركية وهي مثال نموذجي عن البحيرات البركانية، أو التي تتشكل في فوهات البراكين. تملأ هذه البحيرة فوهة أو حوضاً هائلاً (يتجاوز قطره ٨ كم وعمقه ٨٠٠ م) وقد تشكلت بفعل انخساف الجزء العلوي من البركان في خزان الصهارة في الأسفل.

بحيرة باند إي امير

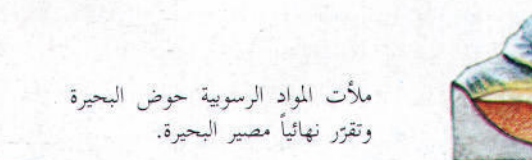
تظهر الصورة بحيرتين من بحيرات باند إي امير في افغانستان. وهي مجموعة من سبع بحيرات تمتد في وادي باند إي امير في الهازاراجات (جبال كوه إي بابا). تقوم البحيرات على طول خط انصداع، تبيّنه بوضوح الجدران الصخرية العمودية التي تحد البحيرات والتي تشكل إحدى حافتي الشق. وتالياً فإن هذه البحيرات تكتونية المنشأ، أي أنها تكوّنت بفعل ملء الماء صدوعاً نتجت من تحرك قشرة الأرض.



العائق لجهة أعلى النهر.

قد يكون هذا العائق انهيالاً أرضياً (كما في حالة بحيرة أليجي، مثلاً)، أو ركاماً جليدياً، أو نهراً جليدياً، أو ارتفاعاً ساحلياً متطولاً أو كثيباً رملياً.

من البحيرات التي تشكّلت في أحواض أصيلة غير ناتجة من عائق ما، نذكر البحيرات المتشكلة في فوهات البراكين (على سبيل المثال، كرايتير لايك، أو بحيرة الفوهة، في ولاية أوريغون الأميركية)، والبحيرات التكتونية، التي تملأ شقوقاً كبيرة في القشرة الأرضية، مثل البحيرات القائمة في شرق أفريقيا الوسطى (بحيرة ادوارد، بحيرة تانجانيكا، بحيرة مالاوي، إلخ). هناك أيضاً بحيرات كارستية، متشكلة في كهوف وحُفَر بالوعية، وبحيرات جليدية متشكلة بفعل الحت الذي يحدثه الجليد المتحرك، وبحيرات قائمة في حفرات الأرقام (الأحجار النيزكية).



ملأت المواد الرسوبية حوض البحيرة وتقرّر نهائياً مصير البحيرة.

البحيرات

من الناحية العلميّة، البحيرة هي جسم مائيّ داخليّ تحيط به اليابسة، وهي أكبر من البركة.

لكنّ هذا الإسم يُطلق أحياناً على الأجزاء العريضة من الأنهار، وعلى أجسام مائيّة متّصلة مباشرة بالبحر. فعلى سبيل المثال، إنّ البحيرات الساحليّة تتكوّن في الكثير من الأحوال حيث تشكّل الأمواج والتيارات البحريّة التي تجري بمحاذاة الشواطئ، امتدادات رمليّة مرتفعة في عرض الخليجان أو مصبات الأنهر الواسعة. ويمكن أن يُطلق نهر كبير ذراعاً من دلتاه بعيداً عنه، بحيث تحيط بمساحة مائيّة. وقد تشكّلت بحيرة بونشارترين في ولاية لويزيانا بهذه الطريقة بالتحديد. وتكون جميع البحيرات الساحليّة المماثلة ضحلة المياه.

تكوّن القسم الأكبر من بحيرات العالم بسبب عمل أنهار الجليد. ففي عصر الجليد الذي ساد نصف الكرة الشماليّ، تقدّمت صفحات ضخمة من الجليد ببطء باتجاه الجنوب، عبر شمال أميركا الشماليّة وأوروبا وآسيا، حاملة معها كتلاً من الطين والفُلد الصخريّة المتعلّقة من الطبقة الصخريّة الواقعة تحتها. وقد حفرّت أنهار الجليد آلاف الأحواض في الأماكن الضعيفة من الصخر. وتشكّلت أحواض أخرى حيث خلّفت أنهار الجليد وراها بعضاً من الطين والفُلد الصخريّة التي حملتها، فسدّت وديان بعض الأنهار. ونجد اليوم آلاف البحيرات في وسط كندا وولايات مينيسوتا وميشيغان وويسكونسن الأميركية، وغيرها من المناطق

التي كانت مغطّاة بصفحات جليديّة، التي تشكّلت في مثل هذه الأحواض المعروفة بالأحواض الجروفية.

وينتج بعض البحيرات الكبيرة عن عمليّتين في وقت واحد: حتّ شديد وترسيب أنهار الجليد السابقة كمّيّات ضخمة من الركام. تمتدّ البحيرات الكبرى في أميركا الشماليّة في وديان أنهار قديمة أو منخفضات حفرتها أنهار الجليد فزادت عمقها، وشكّلت الركامات الجليديّة أحقّتها. وتغطّي البحيرات الكبرى حوالي ٢٤٥,٠٠٠ كيلومتر مربع، وتشكّل جسماً مائياً داخليّاً ضخماً وأكبر امتداد من الماء العذب في العالم. وتشكّل بحيرة سايبيريور أكبر بحيرة ماء عذب في العالم من حيث المساحة السطحيّة. ولا يفوق هذه البحيرة حجماً سوى بحر قزوين، وهو بحيرة مالحة.

وتشكّلت البحيرات أيضاً نتيجة النشاط البركانيّ. ففي أماكن عدّة من العالم، تحوّلت فوهات البراكين الحامدة إلى بحيرات. ونجد الكثير من هذه البحيرات في مقاطعة أوفرنيه في جنوب فرنسا ومنطقة إيفل في شمال ألمانيا، وفي المنطقة المحيطة بروما في إيطاليا. وقد خسر بعض البراكين قممه في انفجارات هائلة، أو انهار وسطها، فتشكّلت حفر ضخمة، أو كالديرات، امتلأت ماء وتحوّلت إلى بحيرات. إنفجر جبل كاتماي في ألاسكا بشكل عنيف سنة ١٩١٢، فتشكّلت حفرة كبيرة بقطر ٤ كم وعمق أكثر من ٩٠٠ متر. وقد شغلت قعر الحفرة، منذ ذلك الوقت، بحيرة ماء دافئ بعرض ١,٦ كم.

إنّ الكثير من البحيرات الموجودة اليوم، وخصوصاً في النصف الشمالي من الكرة الأرضيّة، قد تكوّنت عن طريق الأنهار الجليديّة التي غطّت مساحات واسعة من الأرض في أوجّ أحدث عصر جليديّ منذ حوالي ١٨,٠٠٠ سنة.

وتشكّلت بحيرة أخرى جميلة جدّاً بالطريقة نفسها، هي بحيرة كرايتير Crater Lake في جنوب ولاية الأوريغون. ويبلغ عمق هذه البحيرة، ذات اللون الأزرق الغامق، ٥٨٩ متراً.

في الماضي، رُفعت أجزاء من قاع البحر لتشكيل مناطق من اليابسة. وبقيت في هذه المناطق بحيرات ضحلة غير منتظمة الشكل. وتحوّل هذه البحيرات إلى بحيرات ماء عذب مع اختلاط مائها المالح بكميّة كبيرة من مياه الأمطار. وقد تشكّل بعض بحيرات جنوب فلوريدا وسهول سيبيريا الباردة بهذه الطريقة.

بحيرات المياه المالحة والمياه العذبة

لا تحتوي جميع البحيرات على ماء عذب. فالبحر الميت، مثلاً، بحيرة مالحة جدّاً، تقع في صدع منخفض في الأردن. ويقع سطح هذه البحيرة على ٤٠٠ متر تحت مستوى سطح البحر. وهي، بذلك، أوطأ بحيرة في العالم. وأعلى بحيرة صالحة للملاحة في العالم هي بحيرة تيتيكاكا في هضبة الأند في البيرو، الواقعة على ارتفاع ٣٨١٠ أمتار فوق سطح البحر. وتشكّل بحيرة جريت سولت Great Salt Lake، في ولاية يوتا الأميركية، بقيةً من جسم مائيّ عذب أكبر منها بكثير، كان يدعى بحيرة بونفيل. فقد انكمشت هذه البحيرة بسبب تزايد جفاف المناخ الذي زاد من تبخّر مياه البحيرة. وقد أدّى ذلك إلى تركيز الأملاح المذابة التي تحملها الروافد إلى البحيرة في كمّيّة متناقصة من الماء، ما جعل الماء أكثر ملوحة سنة بعد سنة. ولا تزال هذه العمليّة مستمرّة في الوقت الحاضر. ومن السمات غير

المألوفة لهذه البحيرات المالحة، قدرتها على إبقاء السباحين عائمين فيها، فمن الأسهل بكثير أن يطفو المرء في البحر الميت أو بحيرة جريت سولت من أن يعموم في بحيرة ماء عذب.

إنّ القدر الأكبر من الماء العذب على الأرض - ويقدره العلماء بأكثر من أربعة أحماس الكمّيّة الإجماليّة - محتجز في المجلدات وصفحات الجليد القطبيّة والمياه الجوفيّة. وتجمع حوالي ٤٠ بحيرة فقط نحو ١٢٥,٠٠٠ كم^٣ من الماء العذب، أي نحو أربعة أحماس الماء العذب المتوفّر في البحيرات. وتشكّل بحيرة بايكال في آسيا الوسطى أعرق جسم مائيّ قاريّ على سطح الأرض، ويبلغ أقصى عمق لها ١٧٤١ متراً، وتحتوي على الخمس تقريباً من المياه العذبة على سطح الأرض أي حوالي ٢٣,٠٠٠ كم^٣. وتأتي بعدها، من حيث الحجم، بحيرة تانجانيكا في أفريقيا وبحيرة سايبيريور في أميركا الشماليّة. وتحتوي «البحيرات الكبرى» في أميركا الشماليّة معاً على حوالي ٢٢,٩٠٠ كم^٣ من الماء، أي ما يعادل تقريباً كمّيّة الماء في بحيرة بايكال.

تستهلك المجتمعات الصناعيّة الحديثة كمّيّة كبيرة من مياه البحيرات العذبة، فيُخزّ الماء من البحيرات إلى المراكز السكينيّة للشرب والإستحمام. ويُستعمل الماء أيضاً في مجموعة واسعة من العماليّات الصناعيّة، ولتوليد الطاقة، وكمبرّد في محطات توليد الطاقة النوويّة، وللرّي، وللتنسيلة. وقد سبّب الكثير من هذه الإستعمالات مشكلة خطيرة، هي تلوّث الماء





والزخام) وصناعات السيلُولوز والورق وبناء السفن والمصايد والأخشاب. وفي المنطقة، يباع معدنيّة عدّة يقصدها المرضى، وأهمّها في جورياشينسك وخاكوزي.

وقد ثارت نقمة المدافعين عن البيئة في العام ١٩٦٦ بسبب معمل لبّ الأشجار والورق القائم على الضفة الجنوبيّة لبايكال، لأن مخلفاته كانت تلوث مياه البحيرة. وفي العام ١٩٧١، أصدرت الحكومة السوفيّاتية (يومذاك) مرسوماً قضى بحماية البحيرة من الموادّ الملوّثة.

ويقع مركز دراسات المياه العذبة التابع لداثرة سيبيريا في أكاديمية العلوم في بلدة ليستيانكا بالقرب من البحيرة، وكذلك مصحّ بايكال للمرضى. ويقع في بولشي كوتي القريبة، محطةّ بيومانيّة (مركز لدراسات بيولوجيا، أو علم الحياة، الخاصّ بالكتل المائية) تابعة لجامعة إقليم إركنوسك.

في الأسفل: تقع في أقصى جنوب جزيرة لوزون (أكبر جزر الفلبين) بحيرة فريدة من نوعها، إذ يتوسطها أحد أكبر براكين الجزيرة والذي عرفت له ثورات في غاية الخطورة.



(إلى اليمين): إنّ البحيرات لا تبقى على حالها متى تشكّلت، ولكنها تتغيّر باستمرار. تماماً كالإنسان، تمرّ البحيرات بمراحل حياتيّة مختلفة: الشباب، النضوج، الشيخوخة، والموت. وتختفي ببطء، بما فيها أكبرها، نتيجة لامتلاء أحواضها بالرسابات والموادّ النباتيّة. غالباً ما ينمو عدد متزايد من النباتات في بحيرة ما، معيّناً حوضها ببطء، وتجرف الأمطار التربة والحجارة إلى الحوض؛ كما وتتراكم بقايا السمك وحيوانات أخرى في قعر البحيرة. مع الوقت، تصبح البحيرة مستنقعاً أو سبخاً، وتتحوّل أخيراً إلى يابسة جافة.

بحيرة بايكال (إلى اليسار): بحيرة تسمّى بالروسية أوزيرو بايكال، تقع في الجزء الجنوبيّ من سيبيريا الشرقيّة، وهي إدارياً تابعة لجمهورية بورياتيا وإقليم إركنوسك الروسيّين. إنّها أقصى كتلة مائيّة على وجه الأرض، إذ يصل أقصى عمق لها إلى ١٧٤١ م. مساحتها ٣١,٥٠٠ كم^٢، وطولها ٦٣٦ كم، ومعدّل عرضها ٤٨ كم؛ وتحتوي على خُمس المياه العذبة الموجودة على سطح الأرض، أي حوالي ٢٣,٠٠٠ كم^٣. ويصبّ في بحيرة بايكال ٣٣٦ نهراً ومجرى مائيّاً، أكبرها السيلينچا والبارجوزين والأنچارا الأعلى والتوركا والسنجنابا.

تقع بحيرة بايكال في فجوة تكوينيّة عميقة، وتُربط بها جبال يرتفع بعضها إلى ٢٠٠٠ م فوق سطح البحيرة. ويُعتقد أنّ الطبقات الرسوبيّة التي تشكّل قاع البحيرة تصل إلى سماكة ٦١٠٠ م. وتقع عند الساحل بقايا براكين خامدة. وما تزال تحركات الأرض مستمرة عند البحيرة؛ فالزلازل العنيفة كثيرة الحدوث، وقد أغرق زلزال في العام ١٨٦٢ حوالي ٢٠٠ كم^٢ في دلتا نهر سيلينچا الواقع إلى الشّمال من البحيرة، فخلق خليجاً جديداً في بحيرة بايكال يُعرف بخليج بروفال. وما تزال صدوع في قشرة الأرض ينباع مياه معدنيّة حارّة.

وليست فجوة البحيرة متناسقة. فالضّفاف الغربيّة تقع تحت سفوح جبليّة شديدة الانحدار، بينما الضّفاف الشرقيّة واقعة تحت سفوح جبليّة ألطف انحداراً. ويتألّف حوالي ٨٪ من قاع البحيرة من بقع ضحلة لا يجاوز عمقها الـ ٥٠ م. ويبلغ طول الخطّ الساحليّ المتعرج ٢١٠٠ كم، ويحتوي على فجوات كبيرة هي خلجان بارجوزين وشيفيركويسكي وبروفال وأيايا وفروليخا. وتقع شبه جزيرة سوفاتوي نوس أمام الشاطئ الشرقي للبحيرة. وتحتوي بايكال على ٢٧ جزيرة، أكبرها أولخون (٧٢٥ كم^٢) وبولشوي أوشكاني (٨ كم^٢). وتتروّد البحيرة بالمياه من الأنهار إجمالاً، لا سيّما السيلينچا، وتفرغ مياهها إجمالاً في الأنچارا، وهو رافد لنهر النيسبي.

مناخ بايكال ألطف من ذلك السائد في الأراضي المحيطة بالبحيرة. ويبلغ معدّل درجات الحرارة في كانون الثاني وشباط -١٩ مئويّة وفي آب ١١ مئويّة. وتتجمّد البحيرة في كانون الثاني ويذوب الجليد في أيار. وتبلغ درجة حرارة سطح المياه في آب حوالي ١٣ °، وتصل إلى ٢٠ ° في المواقع الضّحلة. ويبلغ الارتفاع الأقصى للأمواج ٤٠ م. والبحيرة غنيّة ببعض المعادن بينما ملوحتها قليلة.

الحياة النباتيّة والحيوانيّة في البحيرة متنوّعة وغنيّة. هناك أكثر من ١٢٠٠ نوع حيوانيّ يعيش في أعماق مختلفة، وحوالي ٦٠٠ نوع نباتيّ يعيش على السطح أو على أعماق قريبة منه. وثلاثة أرباع الأنواع الحيوانيّة والنباتيّة خاصّة ببايكال. هناك حوالي ٥٠ نوعاً من الأسماك ينتمي إلى سبع فصائل تصنيفيّة، ومن بين هذه الأنواع ٢٥ نوعاً تنتمي إلى فصيلة واحدة هي فصيلة الكوتيدا Cottidae التي تمتاز أنواعها برؤوسها الضخمة. وأكثر أسماك البحيرة صيداً سلمون الأومول، يليه التيمالوس والسمك الأبيض البحيري والحفش. وفي البحيرة ثديي واحد هو فقمة بايكال. ومن الأسماك المميّزة في البحيرة الجولوميانكا من فصيلة الكوميفوريدا، وهي أسماك تضع مواليد حيّة. ويعيش في المنطقة المحيطة ببايكال ٣٢٠ نوعاً من الطيور.

ومن الصناعات الشّائعة على ضفاف بايكال، التعدين (لمادتيّ الميكا



سمك الكراكي^(١)، الإنكليسي، السلّور، السلمون، والحفش. وتُعتبر البحيرات موارد قيّمة بالنسبة للإنسان، فهي كانت طرقاً للسفر والتجارة خلال العصور؛ فالبحيرات الكبرى في أميركا الشماليّة، مثلاً، هي طرقات داخليّة رئيسيّة للسفن التي تحمل الحبوب والموادّ الخام كالحديد الخام والفحم.

كما يستعمل المزارعون مياه البحيرات لرّي أراضي المحاصيل، كون البحيرات تساعد على إبقاء المناخ أكثر اعتدالاً.

وتزوّد البحيرات الكثير من المجتمعات بالمياه. وتُستعمل الإصطناعيّة منها من أجل تخزين المياه لأوقات الجفاف. كما أنّ البحيرات التي تتكوّن عن طريق مياه السدود تؤمّن أيضاً طاقة من المياه المتدفّقة؛ وتُقتنى المياه منها لتشغيل المولّدات التي تنتج الكهرباء. وهذه الطاقة التي تدعى قوّة كهربيميائيّة، تؤمّن تياراً كهربائياً كافياً لإنارة مدن بأكملها.

ونظراً لجمالها المذهل غالباً، تشكّل البحيرات مواقع رائجة للإستجمام ولتمضية العطل. كما تمثّل موطناً دائماً لبعض الناس. لقد عاش الهنود مثلاً، على بحيرة تينيكাকা في جبال الأند بين البيرو وبوليفيا لعدّة قرون.

مستقبل البحيرات

تسبّب مياه مجاريّ البلدات والمدن نموّاً متفجّراً

للتناسل بالنسبة إلى الكثير من الطيور، وكما لحيء لعدد كبير من الحيوانات الأخرى. إنّها تؤمّن موطناً لمجموعة متنوّعة من الكائنات الحيّة، ابتداءً من النباتات والحيوانات الميكروسكوبية وانتهاءً بالأسماك الكبيرة المسماة بالحفش^(٢)، والتي قد تصل زنتها إلى مئات الكيلوغرامات.

قد تتضمّن النباتات النامية على شاطئ البحيرة الطحالب، السراخس، القصب، السّمّار^(٣)، التيفا^(٤)؛ وتعيش الحيوانات الصغيرة كالخلزونات، الديدان، الضفادع، والبعاسيب، بين النباتات حيث تضع بيوضها تحت خطّ الماء. بعيداً عن الساحل، تزدهر نباتات عائمة كزنباق الماء والحدقيات المائية، التي تملك أكيّاساً ممتلئة بالهواء تمكّنها من البقاء طافية. إنّ هذه النباتات تأوي أسماكاً صغيرة تندفع بسرعة كبيرة دخولاً وخروجاً تحت أوراقها. ومباشرة تحت سطح الماء، تمرّ وتنزل بسرعة بقّات الماء، الحنافس والعناكب.

وتعيش عدّة أنواع من الطيور المائية على البحيرات أو تتجمع هناك للتناسل وترتي صغارها كالبطّات، التّم^(٥)، الإوزّات، السوامك^(٦)، والرفاريّف^(٧). وتشكّل البحيرات أيضاً موطناً لعدّة أنواع من الأسماك، ومن بينها الأسماك الفضّية الصغيرة جداً وسمك الشمس^(٨)، الفراخ^(٩)، القوارس^(٩)، التروتات النهرية^(١٠)،

الحياة حول البحيرات

إنّ البحيرات مهمّة في المحافظة على الحيوانات البريّة، وتُستخدم كمحطّات هجرة، وخلفيّات

(١) الحفش: سمك ضخم من نوع البالوجا يستخرج منه الكافيار.

(٢) السقار: نبات تستعمل أوراقه الأسطوانيّة الطويلة في صنع مقاعد الكراسي.

(٣) التيفا أو عشبة البرك: نبات مائي.

(٤) التّم: الإوزّ العراقي.

(٥) السامك: من الطيور الغطاسيّة، يسبح تحت الماء لاصطياد الأسماك.

(٦) الرفراف: طائر يعيش قرب الأنهار ويغتنم بالأسماك.

(٧) سمكة الشمس: سمكة نهريّة صغيرة.

(٨) الفرخ: ضرب من السمك النهريّ.

(٩) القوارس: نوع من الأسماك الفاحرة، للنبذة الطعم، تعرف في مصر باسم القاروس وفي أوروبا باسم Loup في الفرنسيّة وBass في الإنجليزيّة.

(١٠) التروتة: السمكة المرقّطة.

(١١) سمك الكراكي: سمك نهريّ ذو رأس طويل مستدقّ الطرف.

الأرض الرطبة

الأرض الرطبة، منطقة من الأرض تبقى مغمورة بالماء، أو مشبعة بالمياه السطحية أو الجوفية، لفترات من الزمن تطول بشكل يكفي لدعم أنواع من النباتات، تعيش في أجواء رطبة. ويختلف غمر المياه في العمق والمدة. تُعتبر الأراضي الرطبة مناطق انتقالية: فهي ليست منطقة يابسة بالكامل، ولا مائية بالكامل، بل تتميز بخصائص المنطقتين معاً.

توجد الأراضي الرطبة في أنواع عدّة من المناخات، وعلى كل قارة من القارات باستثناء القطب الجنوبي. وهي تتنوع في كبرها، بدءاً من الفجوة الدردورية^(١) المعزولة، وانتهاءً بمستنقعات الملح الهائلة، كما تتواجد على طول السواحل وعلى البر. إنّ بعضاً من تلك الأراضي الرطبة هي أراضٍ حرجية غمرتها مياه الفيضانات. والبعض الآخر يشبه أكثر، المراعي المائية. وهناك أيضاً النوع الذي تغطيه الطحالب والنباتات المماثلة.

أطلق الناس على الأرض الرطبة أسماء عدّة، مثل، الأجمة، أرض الخث، الموحل، المستنقع، السبخة، الملق، المنقع، الفجوة الدردورية،

(١) الفجوة الدردورية: هي فجوة على شكل وعاء.

والحمأة. ويعتبر معظم العلماء الأجامت والمستنقعات والأملق، أهم ثلاثة أنواع من الأراضي الرطبة.

المستنقعات

يمكن تقسيم المستنقعات في المناطق الساحلية إلى ثلاثة أنواع أساسية وهي: المانجروف، السبخات، والمستنقعات العذبة المديّة. أمّا المجموعات الساحلية الهامة الأخرى، والتي لا تعتبر اصطلاحاً مستنقعات، رغم وجودها على الحدود بين الأرض والماء فهي: المجموعات القائمة على الطحالب، طبقات الأعشاب البحرية، والمستطحات الطينية الساحلية.

ويتمّ تحديد الميزات الأساسية للمجموعات البيئية الشاطئية بكمية الطاقة المتوفّرة في الماء لنقل الرواسب. وتأتي هذه الطاقة من التيارات التي تسببها الرياح، وتيارات المدّ والجزر، ومن تأثيرات الأمواج. ففي مناطق الطاقة المرتفعة تجرف المياه الترسّبات الدقيقة وتترك وراءها طبقة صخرية، ومدّاً من الأحجار أو الحصى التي تشكّل موطناً ممتازاً للطحالب. وكلّما خفّت طاقة التيار المائي تدريجياً، كلّما استقرّت في القاع ترسّبات من الحصى الصغيرة والرمل إلى الطمي والطين. وتوفّر

الترسّبات الطرية موطناً ملائماً لأحراج المستنقعات المالحة أو المانجروف بين حدود المدّ والجزر، وللعشّاب البحرية تحت مستوى الجزر.

وعلى شاطئ يتألّف من رؤوس وخلجان متعاقبة، فإنّ الإحتمال الأكبر هو تعرّض الرؤوس لفعل الأمواج القويّة ووجود مجموعات من الطحالب البحرية فيها، بينما يغلب وجود الترسّبات الطرية مع مجموعات من النباتات ذات الجذور، في الخلجان المحميّة. ويجري بحث خصائص المجموعات الشاطئية بحسب نوع إنتاج النبات الذي يعود إليها.

مستنقعات المانجروف

توجد على طول الشواطئ الإستوائية وشبه الإستوائية في العالم، وعادة بين خطّي عرض ٢٥° شمالاً و٢٥° جنوباً. ومستنقع المانجروف هو مجموعة من الأشجار الملحية والشجيرات والنباتات الأخرى التي تنمو في مياه المدّ المالحة إلى قليلة الملوحة على الشواطئ الإستوائية وشبه الإستوائية. وتُعرف هذه المستنقعات الحرجية والشاطئية (والتي يدعوها بعض الباحثين «المانجال»)، بسمعتها السيئة بسبب المناهات التي تدخل غابة المانجروف. وتنمو الطحالب البحرية الصغيرة والطحالب المجهرية على

دخولها، وأيضاً بسبب مجموعاتها الخثيّة غير المتماسكة ومظاهر التكيف التي تواجه بها مشكلتي الفيضانات والملوحة. ويوجد ما يقارب ٦٨ نوعاً من أشجار المانجروف في العالم. ويُعتقد أنّ توزيعها غير المتساوي يرتبط بالجغراف القارّات، وربما أيضاً بنقلها من قبل الإنسان البدائي. وتكثر مستنقعات المانجروف بشكل خاص في منطقة الهند - غرب المحيط الهادئ حيث يوجد أكبر عدد من أنواعها - من ٣٠ إلى ٤٠ نوعاً، بالمقارنة مع حوالي ١٠ أنواع في أميركا الشمالية والجنوبية.

وفي المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية، تحتلّ أشجار المانجروف عادة مناطق الترسّبات الطرية التي تقع بين حدّي المدّ والجزر. ويمتدّ تحتها مزيج مشبع بالماء من الطين وأوراق المانجروف المنحلّة، يحتوي على كمية قليلة جداً من الأكسجين. من جهة أخرى، يقوم جهاز من الجذور الممتدة فوق الأرض بتأمين الهواء للأشجار. وتشكّل هذه الشبكة من الجذور الهوائية كتلة متراصّة تحتبس الترسّبات، لكنها تجعل من الصعب جداً على الحيوانات الكبيرة (أو الإنسان) دخول غابة المانجروف. وتنمو الطحالب البحرية الصغيرة والطحالب المجهرية على

لعدّل انخساف الأرض أو أكبر منه، وحيثما توجد حماية كافية من الأمواج المدّمة والعواصف. وتشهد السبخات تعقيداً في تركيبة وتوزّع النباتات والحيوانات والجراثيم بداخلها. وتسيطر على هذه السبخات ومتنوّعة. فغالباً ما توجد أنواع من السلطعون والقريدس بكثرة، وتكثر أيضاً أنواع عدّة من البطيئوس والخلزون. كذلك يوجد نوع من الأسماك طوّر قدرته على الخروج من الماء والتنقّل في الطين للاحقة طريدته في المانجروف، وأيضاً كركند الوحل الذي يعيش في جحور. وبما أنّ العوائل الموجودة في المياه الساحلية المجاورة غالباً ما تكون غير منتجة نسبياً، فإنّ إنتاجية أحراج المانجروف تشكّل عنصراً هاماً في إنتاجية منطقة الشاطئ ككلّ.

السبخات

على طول الشواطئ الواقعة ضمن حدّي المدّ والجزر على خطوط العرض المتوسطة والعليا عبر العالم، تحلّ السبخات مكان مستنقعات المانجروف الموجودة على شواطئ المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية. وتكثر هذه المستنقعات في كلّ مكان يكون فيه تراكم الترسّبات مساوياً

المصبّات والأهوار^(١)، هي الجانب المحمي من لسان أرضي تكثر فيه الحصى أو الرمال. وترك التيارات الساحلية المواد الأكثر خشونة على الشواطئ، وتحمل المواد الخفيفة حتّى تصل إلى حيث المياه أكثر هدوءاً خلف الحاجز. وعندما تنمو النباتات في تلك المنطقة، فإنّها تبطيء من تدفق المياه، فتسبّب بذلك في تراكم المزيد من الطمي. ويوجد على سواحل أميركا الشماليّة المطلة على الأطلسي أكثر من ٦٠٠,٠٠٠ هكتار من السبخات.

وعلى الجهة الأوروبيّة من شمال الأطلسي، تضمّ الحياة النباتية مكونات هامة أخرى كقرنفل البحر وخزامي البحر ولسان الحمل البحري. وقد استُعملت مناطق واسعة من المستنقعات المالحة في أوروبا عبر الزمن، لرعي الماشية والخراف، الأمر الذي أدّى إلى سيطرة أعشاب Festuca^(٢) في هذه المناطق.

وكان المستوطنون الأوائل في شمال أميركا في كثير من الأحيان يقيمون السدود حول المستنقعات لدرء مياه البحر. وكانت الأراضي المستصلحة تُستعمل للزراعة

بطريقة شبيهة جداً بتلك التي اعتمدت في هولندا وبلجيكا.

تأكل الحيوانات قسماً ضئيلاً جداً من نباتات السبخات، أمّا القسم الباقي فيموت ويتحلّل ويصبح معلّقاً في الماء على شكل جزئيات صغيرة (الفئات). وكان الاعتقاد السائد في وقت من الأوقات أنّ انتقال هذه الجزئيات (الفئات) مع انحسار المدّ يؤمّن كميات كبيرة من الغذاء للحيوانات في المصبّات أو المياه الساحلية المجاورة. إلّا أنّ الدراسات الميدانية المفصلة فشلت في دعم هذه النظرية. ويُعتقد الآن أنّ معظم نتاج السبخات يتحلّل بواسطة الجراثيم وأنواع الفطور، وأنّ المواد المغذية للنبات يُستفاد منها مجدداً داخل المستنقع. إنّ المستنقعات المالحة هي مواطن هامة للمحار والقريدس والسرطانين والسماك المسطح وسماك البوري، كما ويعتمد عليها عدد كبير من الطيور التي تتوقّف عندها خلال رحلتها للهجرة.

مستنقعات الماء العذب المديّة

تتضمّن هذه الفئة مستنقعات الماء العذب القريبة ما يكفي من الشواطئ، لكي تعرّض

(١) الهور: بحيرة تجري إليها المياه ففيض وتنتع. (٢) Festuca: نبتة تنمو في الأراضي الرطبة ويبلغ طولها بين ٢٥ سم و١٢٠ سم، تُستعمل كعلف للأبقار.



الأراضي الرطبة



أحد مستنقعات ولاية لويزيانا

لموجات مدّ هامة، والبعيدة ما يكفي باتجاه أعلى مجرى النهر في منطقة المصب، لكي تبقى مبنأى عن مياه المحيط المالحة. وتسيطر مثل هذه الظروف عادة في الأمكنة التي تصل فيها مياه الأنهر العذبة إلى الشاطئ،^(١) وحيث يعمل شكل الشاطئ على تضخيم موجات المد، كلما توغّلت في اليابسة. ولستنقعات الماء العذب المدية، أهميتها الخاصة إذ أنّها تتلقّى من المدّ «الموارد» ذاتها التي تتلقاها المستنقعات المالحة الساحلية بعيداً عن وطأة الملوحة. وتشبه مستنقعات الماء العذب في نواح كثيرة المستنقعات المالحة، لكنّ حيواناتها ونباتاتها تعكس الزيادة في التنوّع التي أصبحت ممكنة بفضل انخفاض نسبة الملوحة الموجودة في المستنقعات المالحة. وتنوّع النباتات في المستنقعات العذبة تنوّعاً كبيراً، كما أنّ أنواع الطيور التي تستفيد منها، أكبر من تلك التي تستفيد من أيّ نوع آخر من المستنقعات. وفي معظم أنحاء العالم، تتطابق أماكن وجود مستنقعات الماء العذب المدية مع مواقع يحدّدها البشر، باعتبارها الأكثر ملائمة للسكن وتطوّر المدن (أي المواقع التي تؤمّن مصادر مياه عذبة ومنافذ على البحر للملاحة). لهذا فإنّ مستنقعات الماء العذب المدية هي من أكثر أنواع المستنقعات التي تعرّضت للتشويه أو للتدمير بسبب التطوّر المدنيّ عبر العالم. وتوجد أمثلة على وقع التطوّر السكانيّ على المستنقعات في جون شيساينيك وفي جنوب نهر ديلاوير في شرق الولايات المتحدة.

الشلال

يتكوّن الشلال بسقوط النهر من مكان مرتفع من فوق حرف صخريّ. تتسبّب المياه التي تنزل من مكان مرتفع بعملية تعرية عند الأسفل. وتقوم الحجارة والحصى التي تحملها المياه بحكّ الصخور ممّا يؤدي إلى حتّها. يتشكّل الشلال أحياناً عندما يجري النهر فوق صخر صلب ثم فوق صخر أكثر ليونة. يحثّ النهر الصخر اللينّ ويزيله بسهولة فيتشكّل حurf يسقط النهر من فوقه.

يمكن شلالاً أن يجري عبر صدع أو شقّ في سطح الأرض. ويمكن عدداً من الشلالات أن ينشأ على طول خطّ للسقوط - وهو الخطّ الذي يسقط على طولهِ نهراّن متوازيان من فوق حurf عند جريانهِما من أرض مرتفعة إلى أرض منخفضة. يمكن شلالاً أن يهبط من فوق

حافة هضبة. ويمكن الشلالات أن تندفع أيضاً من الأودية المعلّقة في المناطق حيث غيّرت أنهار الجليد شكل الأرض. ونجد الأودية المعلّقة في أعلى جدران الأودية الجليدية^(٢) التي على شكل U.

بعض الشلالات تثير بمظهرها التعجب والإعجاب. عند شلالات فيكتوريا، في زيمبابويه وزامبيا في أفريقيا، يندفع نهر الزمبيزي من علو ١٠٧م من فوق حurf صخر بركانيّ.

أحد أوسع شلالات العالم مياه نهر إيجواسو الهادرة، عند الحدود بين البرازيل والأرجنتين. وتمتدّ هذه الشلالات الهائلة على أكثر من ٣ كم من ضفّة إلى ضفّة.

تسقط شلالات الملك Angel Falls، وهي أعلى شلالات في العالم، عن علو ٩٧٩م في شعب^(٣) منعزل في غابة مطر فينزويلية.

لنهر نياجارا شلالان، أحدهما في ولاية نيويورك والآخر في أونتاريو، كندا. لا يتجاوز ارتفاع كلّ واحد منهما ٦٠م ولكن عرضهما معاً يفوق الكيلومتر.

يستعمل النياجارا وغيره من الشلالات التي تؤمّن كمّيّات ضخمة من المياه، لتوليد الطاقة الكهريمائية. يجري مقدار هائل من المياه في شلالات نياجارا، يصل إلى ٣٥٥٢٥م^٣ في الثانية.

تشكّل الشلالات حواجز أمام الملاحة، لذلك يتمّ أحياناً إنشاء قنوات للإنفاف حولها. شلالات نياجارا، مثلاً، تعترض سبيل المرور بين بحيرة ايري وبحيرة أونتاريو على نهر نياجارا. في القرن التاسع عشر، تمّ إنشاء قناة ويلاند لجعل المرور بين البحيرتين ممكناً.

قوس قرح

قوس قرح هي قوس دائرية من الألوان تظهر في السماء عندما تضيء أشعة الشمس قطرات المطر. وليست قوس قرح جسماً مادياً، بل هي شكل ضوئيّ تساهم فيه أعداد هائلة من قطرات المطر. وقد تمتدّ قوس قرح عبر السماء كلّها، وتبدو نهايتها وكأنّها ترتكز على الأرض. ولا تشكّل جميع أقواس قرح أقواساً كاملة، لأنّ قوس قرح لا يمكن أن تظهر في جزء من السماء خالٍ من المطر.

عندما تنظر إلى قوس قرح تكون في مركزها، والشخص الواقف قربك يكون في مركز قوس قرح أخرى، أي بكلام آخر قوس قرح تساهم في تشكيلها مجموعة أخرى من

قطرات المطر. وبالتالي، فإنّ كلّ شخص يرى قوس قرح مختلف عن الآخر.

كيف نجد قوس قرح؟

تجذب قوس قرح التي تكون بشكل قوس كاملة، انتباهنا على الفور، ولكن، في بعض الأحيان، لا يمكن رؤية سوى قطع منها. فمعرفة أين ومتى نبحث عن قوس قرح تساعدنا على إيجادها.

تظهر أقواس قرح في أغلبية الأحيان في نهاية النهار، ولا سيّما حيث تتشكّل العواصف الرعدية المحلية خلال النهار في أيام الصيف الحارّة، وترسل أمطاراً في أواخر فترة بعد الظهر، قبل أن تتبدّد في المساء.

ولإيجاد قوس قرح، يجب أن تولي ظهرك للشمس، ثمّ تحدّد النقطة المقابلة للشمس بالنسبة لك، وهي تكون في اتجاه ظلّ رأسك. وتقوم بعد ذلك بتفحص السماء متّبعا شكل قوس على ٤٢° تقريباً فوق النقطة

المقابلة للشمس. وتُعرف قوس قرح في هذا الموضع بقوس قرح الأوليّة، وتكون حمراء على الطرف الخارجيّ وبنفسجيّة على الطرف الداخليّ، مع تدرّج ألوان عدّة بين الطرفين.

وإذا نظرت فوق هذه القوس بحوالى ٩ درجات، قد ترى قوس قرح ثانويّة أقلّ زهواً من الأولى وذات ترتيب معكوس للألوان. وترى بين قوسيّ قرح منطقة داكنة نسبياً تُعرف بشرط ألكسندر الداكن.

كيف تظهر أقواس قرح؟

لفهم بعض سمات أقواس قرح العامة، من المفيد اعتبار أنّ ضوء الشمس يمكن أن ينقسم إلى الكثير من الأشعة المتوازية. وتكون هذه الأشعة منتظمة التباعد، عندما تصل إلى سطح قطرة المطر. ومن المفيد أيضاً الإطلاع على طبيعة الضوء الموجيّة، وعلى الطريقة التي يحرف بها الموشور^(٣) الضوء.

طبيعة الضوء الموجيّة: الضوء شكل من أشكال الطاقة يسلك في بعض الأوجه سلوك الموجات. وللموجات الضوئيّة مجموعة كبيرة من الأطوال الموجيّة المختلفة. والطول الموجيّ هو المسافة بين أيّ نقطة على موجة ما والنقطة المقابلة لها على الموجة التالية. ويظهر الضوء المرئيّ المختلف الأطوال الموجيّة، على شكل ألوان مختلفة. ويظهر الضوء ذو أكبر الأطوال الموجيّة أحمر اللون، ويظهر الضوء ذو أقصر الأطوال الموجيّة بنفسجيّ اللون.

يتضنّن ضوء الشمس مزيجاً من الأطوال الموجيّة. نرى هذا المزيج من الأطوال الموجيّة كضوء أبيض. ويحدّد الناس الألوان في ضوء الشمس، من الطول الموجيّ الأطول إلى الأقصر، كأحمر وبرتقاليّ وأصفر وأخضر

وأزرق وبنفسجيّ. وتندرج جميع هذه الألوان إلى الألوان المجاورة لها، لكنّ كلّ درجة تشكّل بحدّ نفسها لوناً. وتخلق الطبيعة ألواناً أكثر بكثير من الألوان التي أعطاها الإنسان أسماء.

كيف يحرف الموشور ضوء الشمس؟

ينكسر (ينحرف) الضوء عندما يمرّ عبر الموشور. والضوء بطول موجيّ معيّن لا ينحرف إلّا وفق زاوية واحدة محدّدة. وبالتالي عندما يمرّ ضوء الشمس - بمزيج الأطوال الموجيّة التي يتضمّنهُ - عبر الموشور، ينقسم إلى شريط من الألوان شبيه بقوس قرح. وينحرف الضوء ذو أكبر الأطوال الموجيّة بأقلّ قدر ممكن، ويبدو أحمر اللون. أمّا الضوء ذو أقصر الأطوال الموجيّة فينحرف بأكبر قدر ممكن، ويبدو بنفسجيّ اللون.

كيف تشكّل قطيرات الماء قوس قرح؟ عندما تدخل أشعة الضوء الأبيض المنتظمة التباعد في قطرة مطر، تعمل قطرة الماء عمل الموشور. وهكذا، فإنّ كلّ شعاع من الضوء الأبيض ينقسم إلى عدّة أشعة تتوافق مع جميع الألوان الموجودة في ضوء الشمس. وينحرف كلّ شعاع من الضوء الملوّن وفق زاوية مختلفة.

ينعكس بعض أشعة الضوء الملوّن على السطح الداخليّ لقطرة المطر، ثمّ يخرج من القطرة. وعند خروجه، ينحرف مرّة أخرى. وتتركّز الأشعة الموجودة في الضوء تركيزاً مرتفعاً عند زاوية تتجاوز ٤٢° بالنسبة لمسار دخول أشعة الضوء الأبيض الأوليّة.

وتخرج هذه التركيزات من الأشعة من الكثير من قطرات المطر. وتصل هذه الأشعة إلى المراقب الذي ينظر الى السماء بنحو ٤٢° فوق النقطة المقابلة للشمس. وبتتيجة ذلك، يرى المراقب قوس قرح أوليّة تنتظم فيها الألوان بالترتيب التالي، من الحدّ الخارجيّ إلى الحدّ الداخليّ: أحمر، برتقالي، أصفر، أخضر، أزرق، بنفسجيّ.

وتنعكس أشعة أخرى من الضوء الملوّن مرّتين على السطح الداخلي لقطرات المطر، ثمّ تخرج من القطرات مركّزة عند زوايا تتجاوز ٥١° . ويرى المراقب بالتالي قوس قرح ثانويّة عند ٥١° تقريباً فوق النقطة المقابلة للشمس.

أنواع أخرى من الأقواس:

يستعمل الناس أحياناً عبارة قوس قرح للإشارة إلى الأقواس الملوّنة التي تتشكّل في رذاذ البحر أو رذاذ الشلالات أو خراطيم المياه أو مرشّات المرحّات. ويمكن مشاهدة هذه الأقواس حتّى عندما تكون الشمس عالية في السماء.

(١) الأودية الجليدية: تحت قعرها وجوانبها الأنهار الجليدية فجعلها أعمق وأوسع.

(٢) الشيب هو المقرح بين جبلين.

(٣) الموشور: مجسّم من بلّور قاعدته مثلثة الأضلاع.



الألب البرنية (سويسرا): في الجهة اليسرى من الصورة، تبدو أعلى قمة في السلسلة، فينستيرار، التي تصل إلى ارتفاع ٤٢٢٤م، والتي ينطلق منها نهر أونترار الجليدي، الذي ينزل متممّجاً حتى بحيرة جريزل. المظهر الطبيعي مظهر نموذجي لجبال الألب العالية التي تتميز بالقساوة والجفاف إلى حدّ ما، فالقمم والسفوح الشديدة الإنحدار تتعرّض بشكل دائم للحثّ والتفتيت بفعل تجمّد الماء وذوبانه، وأيضاً للحفر والتآكل والتعرية بفعل عمل الأنهار الجليدية الكثيرة.

الجبال

الجبل تكوين يرتفع بشكل بارز فوق ما يحيط به، ويتميّز الجبل، عموماً، بمنحدرات شديدة التحدّر وقمة ضيقة نسبياً وارتفاع شاهق. لكلمة جبل معنى طوبوغرافي وجيولوجي، وتشير، بشكل عامّ، إلى ارتفاعات تتجاوز ٦١٠ أمتار.

بالمقارنة مع التلّة، يمتاز الجبل بكونه أكثر علوّاً وأكبر حجماً. ويختلف الجبل عن الهضبة في أن سطحه شديد الوعورة، فيما سطح الهضبة مستوٍ. ينتهي معظم الجبال بقمم مسنّنة، لكنّ الكثير منها يحمل قمماً مسطّحة. ويشكّل جبل إيفيرست، الذي يقع عند الحدود بين الصين والهند، أعلى قمة في العالم، إذ يرتفع ٨٨٤٨ متراً فوق مستوى سطح البحر.

يمكن قياس ارتفاع الجبال بواسطة بارومتر معدنيّ، مصمّم لتسجيل التغيّرات في الضغط الجويّ التي ترافق تغيّر الارتفاع، أو بواسطة الرادار، أو بالطريقة التقليدية القائمة على المسح التلثيقي^(٥) Triangulation Survey لنقاط ذات ارتفاعات معروفة. وتسمح الأقمار الصناعية الحديثة بتحديد ارتفاع أيّة قفّة نائية على سطح الأرض.

وترتبط الجبال التبحيرية، وتكون عادة مخاريط بركانية، بسلاسل جبال وسط المحيط أو المواقع الساخنة في الأرض. ويشكّل بركان ماونا لوا الضخم الواقع في جزيرة هاواي، أحد أكبر الجبال في العالم. فهو يرتفع ١٠ كيلومترات فوق قاع البحر، منها ٤ كيلومترات فوق سطح الماء، ويصل قطر قاعدته إلى ٩٧ كيلومتراً.

لعبت الجبال دوراً هاماً في تاريخ البشر، فقد

شكّلت حدوداً سياسية جغرافية بين البلدان، وحواجز طبيعية أمام الهجرة والنقل. كما أنّها شكّلت ملاذاً للثقافات والاقتصادات الجبلية المتسرّعة كالثي ازدهرت في دولتي التبت والنيبال في جبال الهيمالايا. وتحتوي الجبال عادة على موارد معدنية وطاقة مائية كامنة، لكنّ استغلالها يكون في الكثير من الأحوال مرتفع الكلفة.

وكثيراً ما تتراقب الجبال، مثل الجبال الممتدة على طول المناطق الساحلية لولايات واشنطن وأوريغون وكاليفورنيا الأميركية، مع أحوال جويّة خاصة. فالكلل الهوائية الرطبة الآتية من المحيط الهادئ تُجبر على الصعود فوق هذه الجبال، فتتخفّف حرارتها، وتلقي كمية كبيرة من الأمطار على المنحدرات المواجهة للرياح. وتُعرف هذه الآلية بالتأثير الجبليّ.

وتكون السفوح الشرقية في ظلّ المطر، حيث تسقط كمية أقلّ بكثير من الهواطل.

وتتنفخ رياح الفوينة Foehn والشينوك Chinook الحارّة الجافّة نزولاً على السفوح، فتذيب الثلج في الكثير من الأحوال، وتسبب الانهيارات الثلجية أو تتجمّد الأرض التي تنفخ فوقها.

أنواع الجبال

يمكن تحديد معظم أنواع الجبال الموجودة على الأرض من ناحية بنيتها الجيولوجية. وبالرغم من أنّ لمعظم سلاسل الجبال معالم مشتركة، فإنّه يمكن جمعها في خمسة أنواع محدّدة.

الجبال المنيّبة: نجد هذه الجبال حيث تتعرّض منطقة من الصخور الرسوبية المستوية لالتواء أو تقوّس باتجاه الأعلى، فتشكّل قبة بنيويّة. وتتصف طوبوغرافيا هذه الجبال بسطح مشطّر ومستوٍ نسبياً ينحدر تدريجياً إلى الأراضي المنخفضة المحيطة أو إلى الأحواض.

ويصل قطر قاعدة الجبال المنيّبة في بعض الأحيان إلى مئات الكيلومترات. ويمكن أن تنشأ هذه الجبال أيضاً من انحنات قبة بنيويّة. ومن الأمثلة النموذجية للجبال المنيّبة، نذكر بلاك هيلز (التلال السوداء) في ساوث داكوتا في الولايات المتحدة والويلد Weald في جنوب شرق إنجلترا.

جبال الطي: تتميز هذه الجبال بطي واسع النطاق، ناتج عن الانضغاط الجانبي للصخور الطباقيّة الذي يزامن أو يليه دفع إلى الأعلى. وتتكوّن جبال الطي البسيطة حيث تغطّنت الصخور الرسوبية نتيجة انزلاقها، فوق قاعدة من الصخور البركانية أو المتحوّلة. وتضاهي هذه العملية، إلى حدّ ما، دفع سجادة ممدودة على الأرض باتجاه الحائط لتشكيل تغطّينات كبيرة. وتظهر، في هذه الجبال، سلاسل متعاقبة من الوديان المستقيمة المتوازية والمرتفعات.

تُحفر الوديان في الصخور الطرية، فيما تبقى الصخور الأكثر صلابة على شكل سلاسل جبال أو مرتفعات. ونذكر من جبال الطيّ المعروفة جبال الأبلّاش في أميركا الشمالية، وجبال الجورا السويسرية الواقعة بين فرنسا وسويسرا.

جبال الكتل الصعدية: تتكوّن هذه الجبال نتيجة تصدّع سطح الأرض. عند حدوث صدعين متوازيين، ترتفع الكتلة الموجودة بينهما لتشكيل جبل اندفاعي، أو تسقط لتشكيل واد صدعيّ، يُعرف بالأخدود. ويمكن إطلاق اسم جبال الكتل الصعدية على المرتفعات المكوّنة من الكتل الصعدية المائلة والمرتفعات المصدّعة المعقّدة. ونجد هذا النوع من الجبال في ولايات نيفادا ويوتا وأريزونا الأميركية، حيث تشكّل مناطق تتعاقب فيها الأحواض والجبال. وفي بعض الحالات، يؤدّي زوال التكوينات الحديثة العهد التي تغطّي الكتل الإندفاعية إلى خلق أراضٍ متخلّفة، كما في أراضي

وتتشكّل الجبال بعملانيّات تكوين مختلفة. ففي أواسط القرن التاسع عشر، اعتبر العلماء أنّ تكوين الجبال يشمل تشويه الصخور داخل الجبال وتشكّل الطوبوغرافيا الجبلية على حدّ سواء. أمّا اليوم، فيعتبر معظم الجيولوجيين أنّ تشكّل الطوبوغرافيا الجبلية يلي تكوّن الجبال. ويشمل تكوّن الجبال العمليات التي تشكّلت بها البنى في المناطق الجبلية التي تولّد أحزمة من الطيات، بما في ذلك الاندفاع إلى الأعلى وتشكّل الطيات والتصدّع في طبقات الأرض الخارجية.

وتأتي معرفتنا بطريقة تكوّن الجبال من تحليل سلاسل الجبال الشديدة الارتفاع والحديثة التكوين جيولوجياً، مثل الهيمالايا في آسيا والألب في جنوب وسط أوروبا. وقد قدّمت كذلك سلاسل الجبال القديمة والحائّة، مثل جبال الأبلّاش في شرق أميركا الشمالية والحزام الكاليدوني في شمال غرب أوروبا، معلومات قيمة حول عمليّات تكوين الجبال. ويعتقد الجيولوجيون أنّ الأحزمة الجبلية الحديثة التكوين مرتبطة بالتكتونية العامة على الأرض. وفي القرن التاسع عشر، جاء الجيولوجيون بنظرية القعائر (الطيات المنيّبة) لتفسير تكوّن الجبال المولّفة من الصخور الرسوبية. وتقول هذه النظرية إنّ الرسابات السميكة جدّاً التي تراكمت في أحواض كبيرة، أو قعائر، تتعرّض للقوى الانضغاطية التي تخلق الطيات والصدوع، وتحوّل الصخور، وتكوّن في النهاية سلسلة جبليّة.

في إطار تكتونية الصفائح، يحدث تكوّن الجبال بشكل رئيسيّ عند حدود الصفائح المصطدّمة بعضها ببعض. في هذه الأماكن، تنغصّن التراكمت الرسوبية على السطح وتشكّل جبالات

مطوية. ويبدأ النشاط البركاني الذي قد يؤدّي إلى تشكّل أحزمة بركانية. ونجد مثلاً على هذا النوع من تكوّن الجبال على طول ساحل المحيط الهادئ لأميركا الجنوبية، إذ ترتفع جبال الأنديز حيث تصطدم الصفيحة الأميركية وصفيحة ناسكا، الواحدة بالأخرى. ويمكن أن يؤدّي تصادم قارّتين إلى تكوّن سلسلة جبال من القشرة القارّية السميكة. وتشكّل الهيمالايا مثلاً ممّازاً للجبال التي تتكوّن نتيجة تصادم قارّتين، وقد بدأت هذه السلسلة بالتشكّل منذ ٢٥ مليون سنة، عندما اصطدمت

ووفقاً لنظرية زحزحة القارّات التي تقدّم بها الأرصاديّ الألمانيّ ألفرد فيجر، تتكوّن الجبال بتغطّض القشرة على طول الحافّة المتقدّمة للقارّة التي تزيح عبر قاع البحر. ويُعتبر هذا المفهوم عادة نتيجة طبيعية لنظرية تكتونية الصفائح الحديثة. وتنتج القوى الفاعلة في تكوين الجبال، عن التشوّه التكتوني لقشرة الأرض.

تؤثّر الجبال بسبب ارتفاعها الشاهق في المناخ والغطاء النباتي بطرق عدّة مختلفة. ففي العروض الجغرافية نفسها، يلعب الارتفاع فوق مستوى سطح البحر دوراً هاماً في تحديد الشروط المناخية. وكثيراً ما تنتج حقول الثلج وأنهار الجليد الموجودة في المرتفعات العالية، حيث نادراً ما تتجاوز درجات الحرارة نقطة التجمّد، عن المناخات المحلية. ويشهد مناخ الأراضي المرتفعة تغييرات كبيرة في درجة الحرارة بين النهار والليل. وتتلقّى المناطق الجبلية،

في إطار تكتونية الصفائح، يحدث تكوّن الجبال بشكل رئيسيّ عند حدود الصفائح المصطدّمة بعضها ببعض. في هذه الأماكن، تنغصّن التراكمت الرسوبية على السطح وتشكّل جبالات

مطوية. ويبدأ النشاط البركاني الذي قد يؤدّي إلى تشكّل أحزمة بركانية. ونجد مثلاً على هذا النوع من تكوّن الجبال على طول ساحل المحيط الهادئ لأميركا الجنوبية، إذ ترتفع جبال الأنديز حيث تصطدم الصفيحة الأميركية وصفيحة ناسكا، الواحدة بالأخرى. ويمكن أن يؤدّي تصادم قارّتين إلى تكوّن سلسلة جبال من القشرة القارّية السميكة. وتشكّل الهيمالايا مثلاً ممّازاً للجبال التي تتكوّن نتيجة تصادم قارّتين، وقد بدأت هذه السلسلة بالتشكّل منذ ٢٥ مليون سنة، عندما اصطدمت

ووفقاً لنظرية زحزحة القارّات التي تقدّم بها الأرصاديّ الألمانيّ ألفرد فيجر، تتكوّن الجبال بتغطّض القشرة على طول الحافّة المتقدّمة للقارّة التي تزيح عبر قاع البحر. ويُعتبر هذا المفهوم عادة نتيجة طبيعية لنظرية تكتونية الصفائح الحديثة. وتنتج القوى الفاعلة في تكوين الجبال، عن التشوّه التكتوني لقشرة الأرض.

المناخ الجبلي

تؤثّر الجبال بسبب ارتفاعها الشاهق في المناخ والغطاء النباتي بطرق عدّة مختلفة. ففي العروض الجغرافية نفسها، يلعب الارتفاع فوق مستوى سطح البحر دوراً هاماً في تحديد الشروط المناخية. وكثيراً ما تنتج حقول الثلج وأنهار الجليد الموجودة في المرتفعات العالية، حيث نادراً ما تتجاوز درجات الحرارة نقطة التجمّد، عن المناخات المحلية. ويشهد مناخ الأراضي المرتفعة تغييرات كبيرة في درجة الحرارة بين النهار والليل. وتتلقّى المناطق الجبلية،

نموذجياً، كميات أكبر من الهواطل ممّا تتلقاه المناطق المنخفضة المحيطة. وتميل سفوح الجبال المواجهة للرياح إلى أن تكون غائمة وماطرة أكثر، وتشهد تراوفاً أقلّ في درجات الحرارة. وتكون السفوح المدايرة للرياح (في اتجاه الرياح) جافّة ومشمسة أكثر، وتشهد تغيّراً كبيراً في درجات الحرارة.

النطاق الشجريّ هو الارتفاع الذي لا ينمو الشجر بعده. ويتوقّف موقع هذا النطاق على درجة الحرارة والتربة وتصريف الماء وغيرها من العوامل. ويُفترض بالنطاق الشجريّ في الجبال أن يكون أعلى دائماً في المناطق القريبة من خطّ الاستواء، ممّا هو عليه في المناطق المجاورة للقطبين، لولا كمّيّة الأمطار الغزيرة في الجبال الإستوائية التي تتخفّف درجة حرارة الجو. ويشهد بعض الجبال في غرب الولايات المتحدة نطاقين شجريّين: نطاقاً شجرياً منخفضاً جافاً، ونطاقاً بارداً يمتدّ على ٦٠٠ إلى ١٢٠٠ متر تقريباً فوق الخطّ الشجريّ الجافّ. وكثيراً ما تتعرّض الغابات المجاورة للنطاق الشجريّ على السفوح المواجهة للرياح، للإلتواء بسبب الرياح القويّة التي تعيق أيضاً نموّها، فتعطي أشكالاً غريبة تُعرف بالأحراج القزمة. في نصف الكرة الشماليّ، تكون الثُطَيّ الشجرية أوطأ نوعاً ما، ويمكن أن يكون الغطاء النباتيّ أكثف على سفوح نصف الكرة الجنوبيّ.

تأثير الجبال في حياة الإنسان

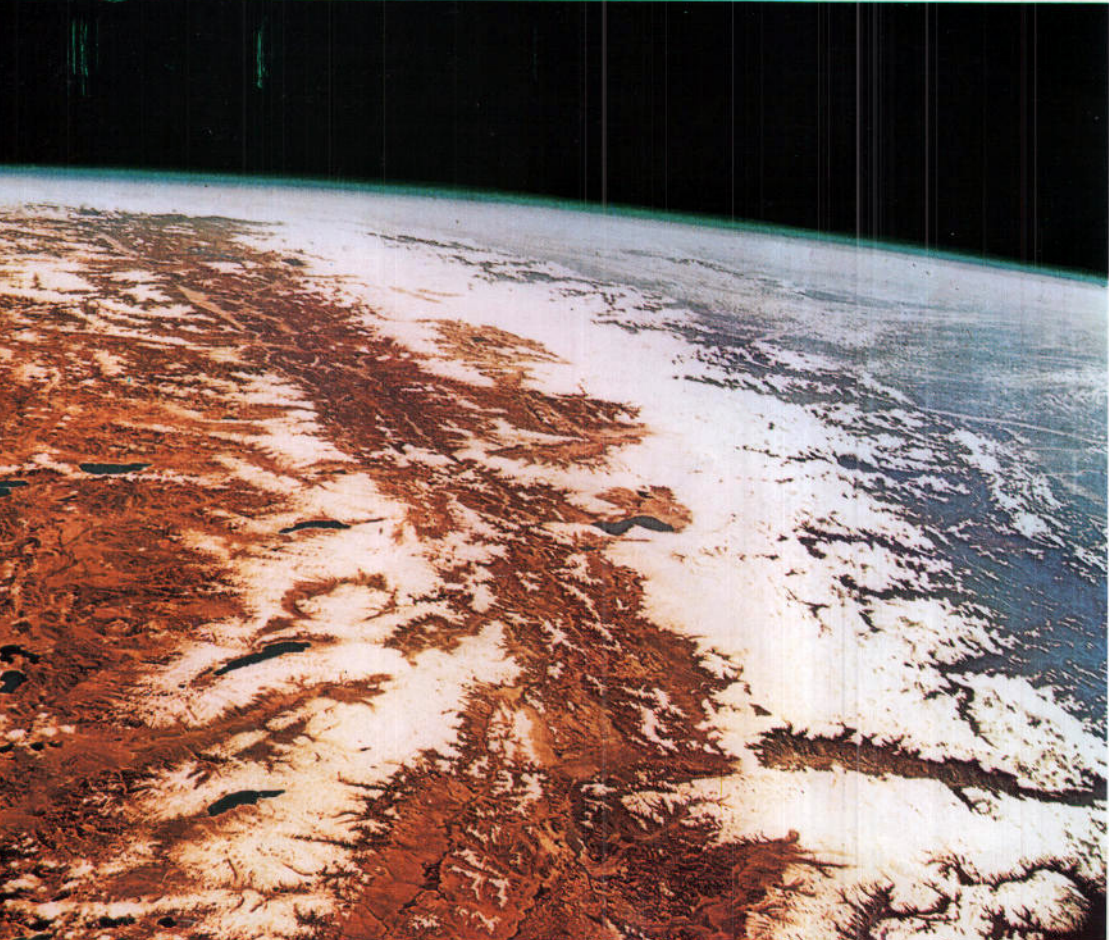
كثيراً ما تكون الأراضي الجبلية ناعمة ومعينة على حدّ سواء، بالنسبة للإنسان. فقد وُفّرت الجبال الحماية من الجيران الطامعين. وحقّق السويسريون نجاحاً وازدهاراً كبيرين في بيئتهم الجبلية، لأنّها

أعطتهم درجة من الاستقلال السياسيّ غير مألوفة في منطقتهم. وقد سمحت الجبال العالية التي تحدّ سويسرا في الغرب والشمال، بتجنب البلاد دخول الحريين العاليتين. لكنّ السويسريّين لم ينجحوا في تحقيق مستوى عالٍ من المعيشة إلّا بقدر هائل من الجهد والتصميم والإبداع. وُفّرت الجبال أيضاً موارد غنيّة جدّاً من المعادن والأخشاب والمياه والمناظر الطبيعية. ويتمتّع بعض المنحدرات الجبلية، مثل سفوح البراكين في جافا (أندونيسيا) وجواتيمالا وصقلية (إيطاليا)، بترية خصبة جدّاً للزراعة. غير أنّ مواسم النمو القصيرة التي تشهدها المرتفعات العالية، تُقصر الزراعة في الكثير من الأحوال على محاصيل معيّنة مثل الشاي والبن في المرتفعات الأكثر انخفاضاً، ورعي الماشية في المناطق الأكثر ارتفاعاً. ويواجه سكّان الجبال أيضاً خطر الإنهيارات الثلجية والزلازل والتدفّقات الجليدية.

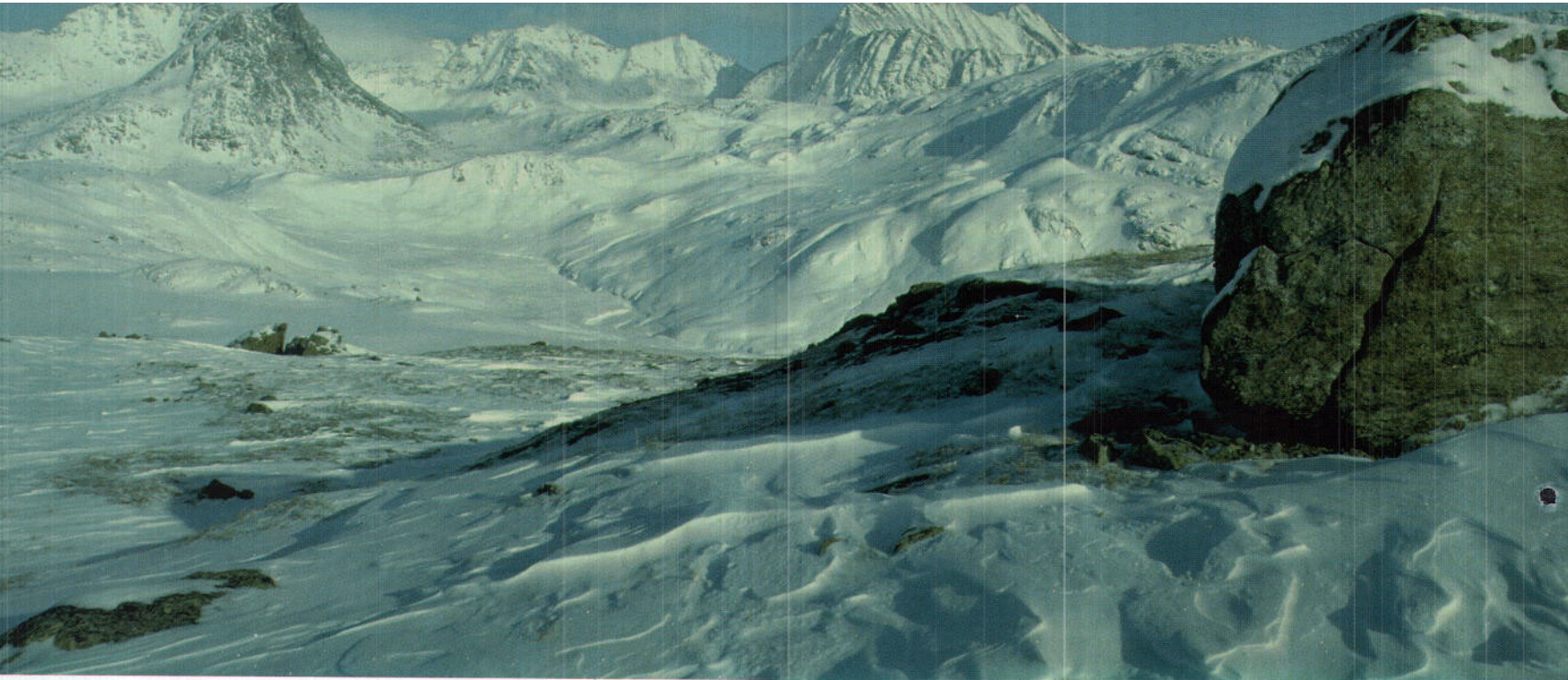
إنّ قسوة الحياة الجبلية المرتبطة بانخفاض درجات الحرارة ونسبة الأكسجين في الهواء وصعوبة بناء المنشآت الهندسية وصيانتها، قد أعاقَت نموّ وتطوّر الكثير من المدن الجبلية الحديثة. تقع سانتا في Santa Fe في ولاية نيو مكسيكو، إحدى أعلى مدن الولايات المتحدة، على ارتفاع ٢١٣٢ متراً فوق سطح البحر، وهي شبيهة في ذلك بمدينة مكسيكو، لكنّ ارتفاعها يبقى أقلّ من ارتفاع المدن الأقدم عهداً في جبال الأنديز وفي التبت. وتشكّل بوتوسي في بوليفيا أعلى مدينة في العالم، إذ ترتفع ٣٩٧٦ متراً فوق سطح البحر. وعلى ارتفاع ٥٣٣٤ متراً، ينخفض الضغط الجويّ إلى النصف، بالنسبة إلى الضغط عند مستوى سطح البحر.

الهيمالايا كما تبدو من الفضاء: آسيا الوسطى، هكذا بدت سلسلة الجبال الضخمة لرواد الفضاء في المركبة الفضائية أبولو ٩. وتبيّن الصورة بوضوح التموّج الذي سببه اصطدام الصفيحة الهندية (إلى اليمين: يمكن رؤية سهل الجانج بوضوح) بالصفيحة الآسيوية (يمكن رؤية جزء من سهل التبت).

إنّ جبال الهيمالايا التي تشكّل أعلى سلسلة جبليّة في العالم (تضمّ أكثر من عشر قمم يزيد ارتفاعها عن ٨٠٠٠ م)، هي بنىّة تكتونية حديثة التكوين. ويعود تكوين هذه الجبال إلى العصر الثُلثي ويتزامن مع نشأة جبال الألب.



(٥) ثلث، ثلث، ثلث: يقيس ارتفاع جبل بحساب الثلثات.



قمة تويوچرافوف في سيبيريا



جبل الحجارة في اليمن

مشتبة حديثة التكوين نسبياً، وهي لا تزال تخضع لعملیات تكوين الجبال. وتولّف الصخور المتحوّلة القيكمبريّة (صخور تكوّنت نتيجة الحرارة والضغط ما قبل ٤,٦ بلاين إلى ٥٧٠ مليون سنة) القسم الأكبر من هذا التكوين الجبليّ. وجرى ارتفاع السلسلة في ثلاث مراحل على الأقلّ. جرت المرحلة الأولى عند نهاية العصر الفجريّ Eocene Epoch (العصر الحديث السابق، منذ حوالي ٣٨ مليون سنة) عندما ارتفعت الهيمالايا الكبرى والتيتيس. وفي مرحلة ثانية، جرت في العصر الثلاثيّ الأوسط Miocene Epoch (منذ ٢٤ مليون سنة إلى ٥ ملايين سنة)، تكوّنت سلاسل الهيمالايا الصغرى. وبدأت المرحلة الأخيرة من تكوين الجبال في نهاية العصر الثلاثيّ (العصر الحديث القريب Pliocene)، عندما تكوّنت سلسلة سيواليك، وهي التلال السفحيّة للهيمالايا الخارجيّة. تشكّل الهيمالايا حاجزاً هائلاً، وتؤثّر في الشروط المناخيّة السائدة في شبه القارّة الهنديّة إلى الجنوب، وفي المرتفعات الآسيويّة الوسطى إلى الشمال. ويستمرّ فصل الشتاء في جبال الهيمالايا من تشرين الأوّل إلى شباط، فيما يمتدّ الصيف من آذار إلى حزيران، وموسم الأمطار من حزيران إلى أيلول. يتغيّر المناخ، إلى حدّ بعيد، مع الارتفاع؛ ويوجد الثلج عموماً على ارتفاع ٤٩٠٠ متر تقريباً، في الهيمالايا الكبرى. وتشهد التلال السفحيّة تفاوتاً أكبر في درجات الحرارة بين الليل والنهار. تصدّ سلاسل الجبال الهواء الجافّ والبارد الآتي من الشمال في فصل الشتاء، وتمنع من الوصول إلى داخل الهند؛ كما أنّها تجبر الرياح الموسميّة على التخلّي عن

سلاسل الجبال هذه بين ٢٠٠ و٤٠٠ كيلومتر من الجنوب إلى الشمال ويبلغ معدّل ارتفاعها ٦١٠٠ متر. وتمتدّ الهيمالايا على مساحة ٥٩٤,٤٠٠ كيلومتر مرّيع تقريباً وبشكّل القسم الأكبر منها جزءاً من الأراضي الهنديّة، كما يقع بعض أجزائها ضمن الأراضي الباكستانيّة والصينيّة. إنّ اسم هيمالايا يعني باللغة السنسكريتيّة «مقرّ الثلوج»، وهو يصف بشكل صحيح الحقول الثلجيّة الشاسعة والدائمة فوق النطاق الثلجيّ. وتشكّل هذه الجبال أكبر تحدّي في العالم بالنسبة لمسلقي الجبال.

الخصائص الطبيعيّة

إنّ المعالم المميّزة الأبرز في جبال الهيمالايا هي ارتفاعها الشاق، وبنيتها الجيولوجيّة المعقّدة، وقممها المكلّلة بالثلوج، وأنهارها الجليديّة التي تتقدّم في وديان كبيرة، ومجري الأنهار العميقة، والغطاء النباتي الكثيف. يمكن تقسيم سلسلة جبال الهيمالايا إلى أربعة أحزمة متوازية متفاوتة العرض. وهي من الجنوب إلى الشمال، الهيمالايا الخارجيّة أو السفليّة؛ والهيمالايا المنخفضة أو الصغرى؛ والهيمالايا المرتفعة أو الكبرى؛ والتيتيس أو الهيمالايا التيتيّة. وفي بعض الأحيان، تعتبر أيضاً سلسلة جبال كاراكوروم في الشمال الغربيّ، جزءاً من نظام الهيمالايا. ويمكن تقسيم الجبال إلى ثلاث مناطق أساسيّة. تشكّل الهيمالايا الكبرى الجزء الأهمّ من النظام، وهي سلسلة جبال ترتفع فوق النطاق الثلجيّ، وتشمل ٩ من ١٤ أعلى قمة في العالم، بما في ذلك جبل إيفيرست. من الناحية الجيولوجيّة، تشكّل الهيمالايا جبالاً

مفردات متعلّقة بالجبال

سلسلة: تعبير عام يشير إلى وحدة ممتدّة من عدد كبير من الجبال أو الأنظمة الجبليّة. وكثيراً ما تتألّف الأنظمة الجبليّة الضخمة من مجموعات من السلاسل المتوازية. وتمتدّ سلسلة الجبال الأميركيّة من الطرف الجنوبيّ لأميركا الجنوبيّة إلى شمال غرب ألاسكا.

نظام جبليّ: مجموعة من سلاسل الجبال الماثلة من حيث الشكل والبنية والتراصّف وطريقة التكوّن. ومن هذه الأنظمة نذكر الألب والهيمالايا وجبال الروكي (الجبال الصخريّة).

قمة: أحد رؤوس الجبل أو أعلى نقطة في الجبل. وتكون القمة عادة مخروطيّة الشكل إلى حدّ ما. وتنطبق هذه التسمية أيضاً على جبل منفرد أو على جبل مسنّن الرأس مثل قمة بايكس في كولورادو.

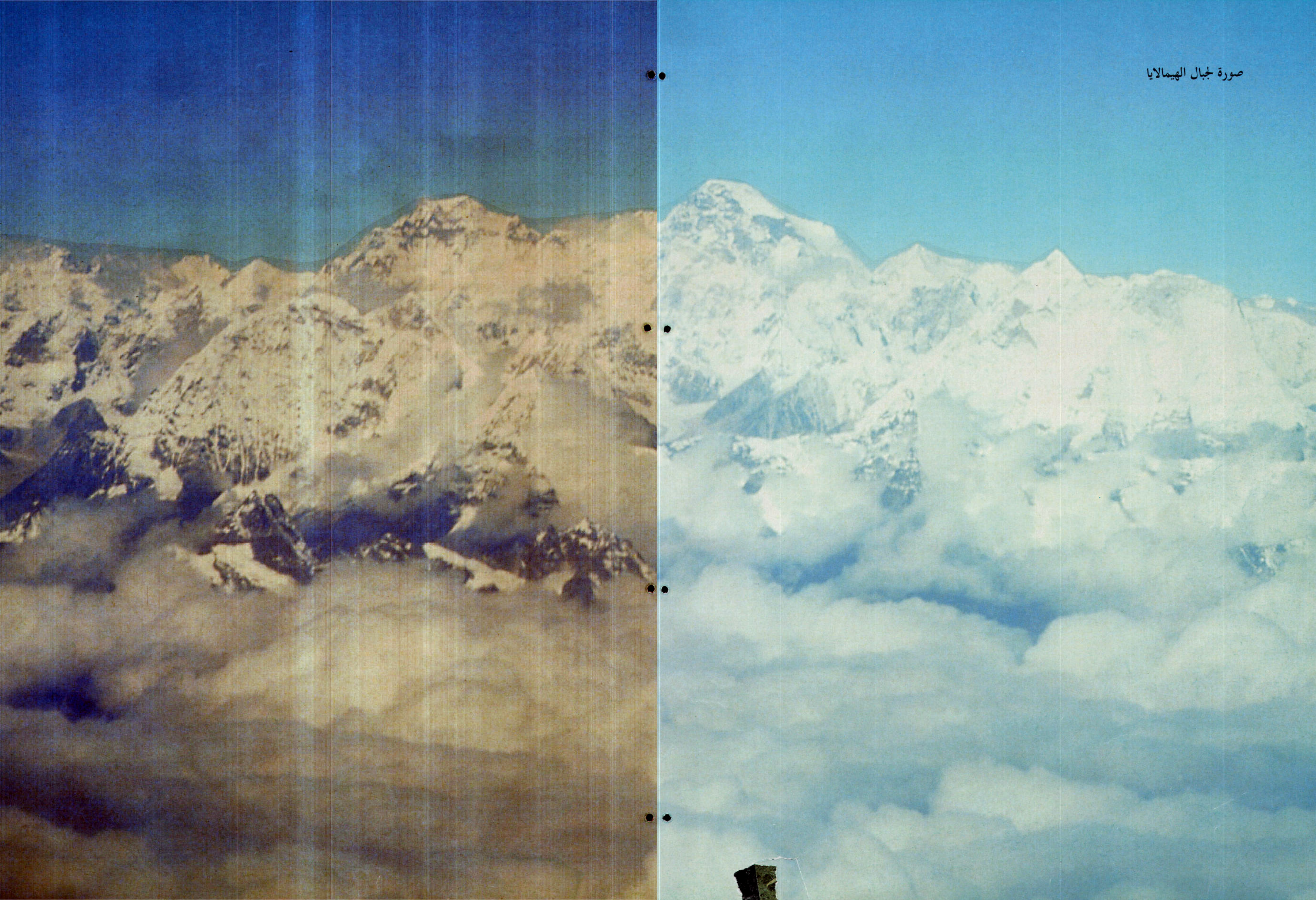
الهيمالايا

الهيمالايا هي أعلى سلسلة جبال على الأرض. وتشكّل الهيمالايا الحدود الشماليّة لشبه القارّة الهنديّة. وتمتدّ هذه السلسلة في قوس ضخمة على مسافة ٢٥٠٠ كيلومتر من الغرب إلى الشرق، ويتجاوز ارتفاع أكثر من ٣٠ قمةً منها ٧٣٠٠ متر فوق سطح البحر. وتشمل هذه القمم قمة جبل إيفيرست، وهي أعلى قمة في العالم، ويصل ارتفاعها إلى ٨٨٤٨ متراً، وكانشينجونجا ويصل ارتفاعها إلى ٨٥٩٨ متراً، وماكالي ويصل ارتفاعها إلى ٨٤٨١ متراً، ودولاچيري ويصل ارتفاعها إلى ٨١٧٢ متراً. تقع عدّة ولايات هنديّة ومملكتا النيبال وبهوتان على السفوح الجنوبيّة لجبال الهيمالايا وتحدها المرتفعات التيتيّة في الشمال. ويتراوح عرض

زراعة الأرز في المنحدرات الحادة في جبال الفيليين



صورة لجبال الهمالايا





مجلّدات (أنهار جليدية) عند خط الاستواء: جبل كينيا

(إلى اليمين)

يشكل جبل كينيا (٥١٩٩ م) مع كيليمانجارو وروينزوري مجموعة الجبال الأفريقية العالية. يقع جبل كينيا جنوب خط الاستواء مباشرة، في البلد الأفريقي الذي يحمل الاسم نفسه. جبل كينيا بقية من تكوين بركاني قديم حتته وفنتته عوامل التعرية والتجوية. ساهمت مجلدات عدة في حفر وحت هذا التكوين الضخم الذي يشرف على وادي تيليكي (كما يبدو في الصورة). على مسافة صغيرة من مجلدات الجبل الدائمة، تظهر مجموعات من أزهار الشيخ، وهي نباتات عشبية يمكن أن يصل ارتفاعها، بفضل مناخ كينيا الخاص، إلى ١٥ متراً.



ماك كنلي، مارد الاسكا (إلى اليسار)

جبل ماك كنلي هو أعلى قمة في أميركا الشمالية، ويبلغ ارتفاعه ٦١٩٣ م. يقع ماك كنلي في سلسلة جبال الاسكا ويرتفع مهيباً وحيداً فوق التندرة، تغطي جوانبه أنهار الجليد. من الممكن رؤية جبل ماك كنلي من مسافة بعيدة، وكان الملاح جورج فانكوفر قد اكتشفه في ١٧٩٤، لكن لم يتم بلوغ قمته إلا في ١٩١٣.

جراند تيتون، «ماترهون الولايات المتحدة»

(إلى اليمين)

أطلق هذا اللقب على الجراندي تيتون لأن طبقاته الصخرية المائلة تذكر إلى حد ما بالقمة الألبية الشهيرة. جراند تيتون (٤١٩٠ م) هو أعلى قمة في جبال التيتون الجرانيتية الواقعة في القسم الأوسط من جبال الروكي (وايومنج). وقد أعلنت المنطقة المحيطة بالتيتون حديقة وطنية.

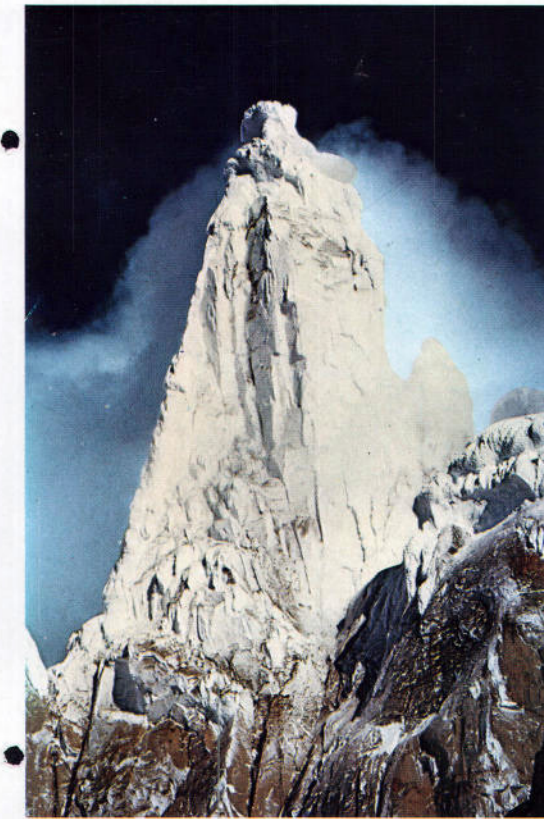
سيرو تورّي، الاند الباتاجونية (إلى اليسار)

بجدرانها الجرانيتية شبه العمودية، تبدو قمة سيرو توري الصخرية المستدقة وكأنها تحدّ من الطبيعة لشجاعة الانسان. تضرب العواصف الثلجية العنيفة الآتية من المحيط الهادئ جبل سيرو توري بصورة مستمرة، وتغطي القمة طبقة من الجليد الطري غير المستقر الذي يتحول بسهولة إلى انهيار ثلجي مخيف.

اكونكاچوا، أب الاند

(إلى اليمين)

جبل اكونكاچوا، الذي يصل ارتفاعه إلى ٧٠٢١ م، هو أعلى قمة في أميركا الشمالية والجنوبية على حد سواء. يقع الاكونكاچوا في سلسلة جبال الاند، في أقصى غرب الأرجنتين. تكوّن هذا الجبل بفعل النشاط البركاني، وهو يتألف من لاية (حجم بركانية) من الدهر الثالث (وهو، تالياً، معاصر لنشوء جبال الألب)، تراكمت فوق راسب بحري أقدم عهداً. تظهر الصورة إلى اليمين، الجهة الجنوبية الشرقية للجبل، مع مجلدة هوركورنس السفلى.



الوادي

الوادي منخفض طبيعيّ مستطيل تحدّه أراضٍ أكثر ارتفاعاً ويمكنه أن يكون ضيقاً أو واسعاً. والوادي هو التكوين الأكثر وجوداً وانتشاراً على الأرض. تظهر الأودية في سلاسل الجبال العالية وفي التلال، في الأراضي المنخفضة وفي قاع المحيطات. تؤدّي حركة المياه أو الجليد أو حركة أديم^(١) الأرض إلى تشكيل الأودية وتطوُّرها.

أودية الأنهار

تتسبّب مجاري المياه بتكوين معظم الأودية. فعندما تجري المياه في الأنهار أو الجداول، تحوِّك التراب والحصى على طول القعر، حافرةً بذلك مجرى لها. وتقوم المياه المحمّلة بالمواد الحاتّة، بشقّ الأرض أكثر فأكثر تاركةً وراءها جدراناً من التربة والصخر تتشكّل جنبات الوادي.

في بعض المناطق، تتشكّل جدران الوادي شبه عموديّة، مكوّنة من صخر متين لا يُحْتَبَسْ بسهولة. تسمّى هذه الجنبات الشديدة الانحدار الشيعاب. وتعرف الشعب الضيقة بمضائق الجبال.

في مناطق أخرى، تتكوّن جدران الوادي من صخور أكثر ليونة تتعرض للتآكل والتعرية - التفتت، الحثّ والزوال - بفعل المياه والجليد وتقلّب الحرارة أكثر ممّا تتعرض له الصخور الأكثر صلابة. تساعد الأمطار والتلوج على نقل الأتربة والصخور من أعلى جدران الوادي إلى أسفل الوادي أو قاعه. تسحب قوّة الجاذبيّة الأتربة والصخور على طول المنحدرات وتوصلها إلى المياه في الأسفل. إنّ القسم الأعلى من الوادي، وهو الذي يتعرّض أكثر من غيره للتآكل والتعرية، يتّسع ويعرض شيئاً فشيئاً ويتخذ الوادي الذي يتكوّن على شكل V.

مع الوقت تصبح عملية الشقّ نحو الأسفل التي يقوم بها النهر بطيئة إلى حدّ كبير ويبدأ النهر بالحفر على جانبي الوادي. تجري المياه حول الجلاميد^(٢) وغيرها من الحواجز بدلاً من أن تمر فوقها. يبدأ طريق النهر بالتعرج، أو بالإمطاف من جهة إلى أخرى، مثلما يفعل الجزء الأسفل من نهر الميسيسيبي. وتقوم المياه التي تتبع مجرىً ملتوياً على نحو ثعباني، بحفر جدران الوادي ممّا يتسبّب بانتهيار التربة والصخور ويدفع بها في الماء. توسّع هذه العملية شيئاً فشيئاً أرض الوادي حتى تصبح سهلاً مسطحاً. يفيض النهر أحياناً، فيجري متخطّياً ضفافه فوق أرض الوادي. إنّ الجزء من أرض الوادي الذي يقع على جانبي النهر والذي تغمره أحياناً مياه الفيضان يسمّى الرقّة.

الأودية الجليديّة

تخلّف حركة الجليد وراءها أثراً في الأودية. فعندما تنحدر كتل الجليد، المعروفة بأنهار الجليد أو الجَلَدات، عبر الأودية في الجبال العالية، تحوِّك الصخور والجلاميد على أرضيّة الوادي وتحفر جنباته. تقوم عملية التعرية هذه التي تتسبّب بها الجليد المتحرك بتوسيع الأودية التي على شكل V وتجعل جنباتها أكثر انحداراً ممّا يحوّلها إلى أودية على شكل U. إنّ لوادي يوسيمايث في شرق وسط ولاية كاليفورنيا شكلاً على صورة U وهو شكل نموذجي لوادٍ جليديّ.

في بعض الأحيان، تصبّ أنهار جليديّة صغيرة في النهر الجليديّ الأساسيّ. ولا تقوم أنهار الجليد الصغيرة

بحثّ الأودية وشقّها بشكل عميق كما يفعل نهر الجليد الأساسيّ. بعد ذوبان الجليد، يظهر قعر هذه الأودية الرافدة الأقل عمقاً، في موقع أكثر ارتفاعاً من قعر وادي نهر الجليد الأساسيّ. وحيث تلتقي الأودية، تبدو المجاري التي حفرتها الأنهار الجليديّة الصغيرة وكأنّها معلّقة في أعلى جدران الوادي الأساسيّ. عندما يتدفّق جدول من وادٍ معلّق إلى قعر الوادي في الأسفل، يصبح شلالاً. تسقط شلالات يوسيمايث، وهي إحدى أعلى شلالات العالم، من وادٍ معلّق إلى آخر قبل أن تصل إلى القعر. ويصل مجموع المسافة التي يجتازها الشلالات في سقوطها، إلى ٧٤٠ م.

أودية الإنصداع

تؤدّي حركة أديم الأرض، أي طبقتها الخارجية، إلى نشوء أودية انصداع. الأديم هو القسم الأعلى من ألواح صخرية صلبة تدعى الصفائح. وتتسبّب حركة الصفائح أحياناً بتقسيم الأديم أو تجزئته. يمكن قطعاً من الأديم أن تغور بين صدعين أو شقّين متوازيين. فتصبح المنطقة المنبسطة الغائرة، قعرًا منخفضاً له جنبات شديدة الانحدار يسمّى وادي الإنصداع. وإذا عرض الوادي ويتّسع، يمكن المادة الصخرية المنصهرة في باطن الأرض أن ترتفع وتتدفّق من الصدع، مشكّلةً قعرًا جديدًا. يستمرّ الكثير من أودية الإنصداع بالإنتساع. ويراح عرض وادي الإنصداع العظيم، وهو شبكة من الصدوع في شرق أفريقيا وآسيا، بين حوالي ٣٠ و ٥٠ كم ويزداد عرضه حوالي مليمترًا واحدًا في السنة.

كثيراً ما تحتلّ الأجسام المائية أودية الإنصداع. تظهر بحيرات عدّة في وادي الإنصداع العظيم ويحتل البحر الأحمر أيضاً جزءاً منه. كما يجري نهر الراين في أوروبا في وادي انصداع. أمّا أكبر شبكة من أودية الإنصداع فتمتدّ على طول قفّة سلسلة جبال وسط المحيط وتطوّق الأرض تحت سطح المحيط.

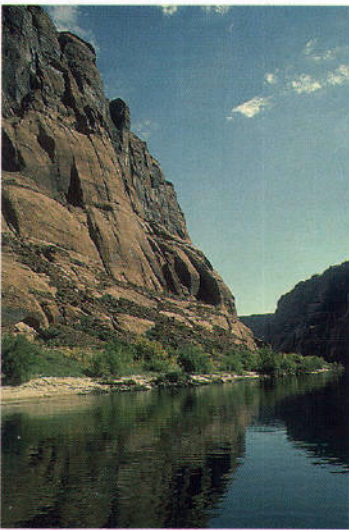
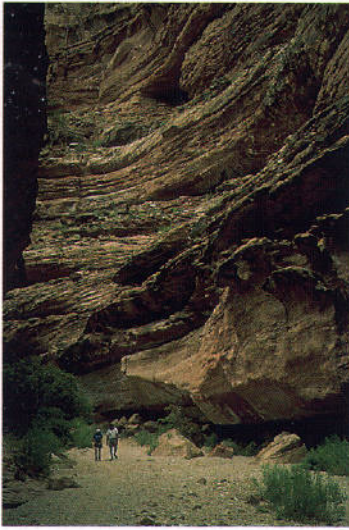
الأودية والبشر

تمدّ الأنهار التي تجري عبر الأودية الناس بالماء. عندما تفيض الأنهار، يمكن المياه أن تخلّف موادّ مغذيّة على أرض الأودية والرقّات^(٣) رافعةً بذلك من درجة خصوبتها. تؤمّن الأراضي الرطبة الواقعة في أودية الأنهار الغذاء للبشر كما للطيور وغيرها من أشكال الحياة البريّة.

يستعمل البشر الكثير من الأنهار كطرق للسفر والتجارة. وقد شكّلت مجاري المياه في الأودية سبيلًا للنقل على مدى آلاف السنين. كثيراً ما وجد الإنسان أنّ بناء طرق تخترق الأودية أسهل من إنشاء طرق تعبر الجبال العالية.

نظراً إلى أنّ أودية الأنهار هي مصادر للماء والغذاء وهي ملائمة للسفر فقد سكنتها الشعوب في أنحاء عدّة من العالم ومنذ آلاف السنين. حثّ المزارعون وادي النيل في مصر كما فعلوا الأراضي بجوار نهريّ دجلة والفرات في بلاد ما بين النهرين. أنشأت الشعوب القديمة في الهند والصين والأميركتين أيضاً حضارات مزدهرة في أودية الأنهار. ونتيجة لذلك أصبح الكثير من الأودية معروفاً بمجد الحضارة.

الممرّ الجبليّ: هو شعبة أو فجوة في أرض وعرة مرتفعة، كالمرتفعات الجبلية. وهو يتكوّن، عندما يجرف أو يعزيّ مجرى مائيّ أو نهر جليديّ الأرض الجبلية. وتسمح الممرّات للناس بعبور الحواجز الجبلية بسهولة أكثر. وتُستعمل الكلمة للدلالة على قناة أو قسم أكثر عمقاً في جسم مائيّ تسمح بالمرور عبر المياه الضحلة.



أكبر جزر العالم

جرينلاند	٢,١٧٥,٦٠٠ كم ^٢
غينيا الجديدة	٧٨٥,٠٠٠ كم ^٢
بورنيو	٧٣٦,٠٠٠ كم ^٢
مدغشقر	٥٨٧,٠٠٠ كم ^٢
بافن	٤٧٦,٠٦٥ كم ^٢
سوماترا	٤٢٠,٠٠٠ كم ^٢
بريطانيا العظمى	٢٢٩,٨٨٥ كم ^٢
هونشو	٢٢٧,٤١٤ كم ^٢
فيكتوريا (كندا)	٢١٢,١٩٨ كم ^٢
سيليبس	١٧٢,٠٠٠ كم ^٢
الجزيرة الجنوبية (نيوزيلندا)	١٥٠,٤٦١ كم ^٢
جافا	١٢٥,٩٠٠ كم ^٢
نيوفوندلاند	١١٢,٣٠٠ كم ^٢
كوبا	١٠٥,٠٠٧ كم ^٢
لوزون	١٠٤,٦٨٧ كم ^٢
ايسلندا	١٠٢,٨٢٠ كم ^٢
صقلية	٢٥,٤٢٦ كم ^٢



جزيرة ليقازنو: تقع جزيرة ليقازنو على مسافة قصيرة من تراباني، وهي تنتمي إلى مجموعة جزر إيجادي في إيطاليا. تشكّل جزيرة ليقازنو إحدى البوازي الغربية للبرّ الصقليّ وهي مكوّنة من الصخر الكلسيّ والدولوميت، ما يعطي للساحل مظهره الجافّ والشديد التحرّ.

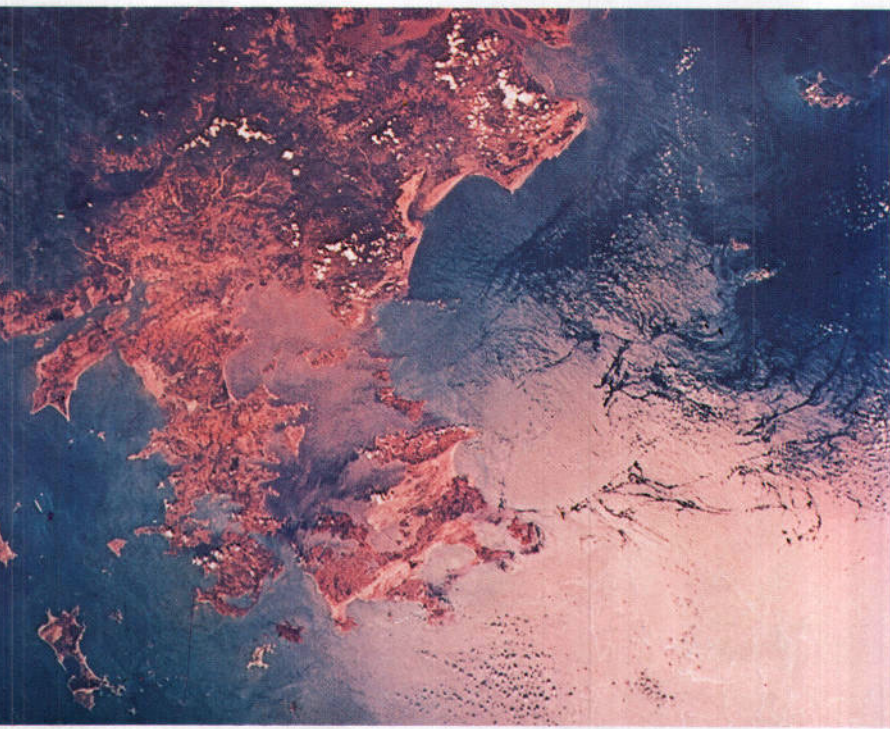
الجزر

بعض الجزر، كجرينلاند، بارد وغطّيه الجليد، وجزر أخرى كتاهيتي تقع في مياه دافئة استوائية. يبعد الكثير من الجزر الآلاف من الكيلومترات عن أقرب برّ رئيسيّ. إنّ بعض الجزر، كجزر اليونان التي تُعرف بالسكيلاد في بحر إيجة، يوجد في مجموعات متقاربة تُدعى الأرخبيل. إنّ الكثير من الجزر ليس سوى صخور جرداء يعيش عليها القليل من النباتات والحيوانات، وبعضها الآخر من أكثر الأماكن زحمة على الأرض. فطوكيو، إحدى أكبر مدن العالم، تقع على جزيرة هونشو في اليابان؛ وعلى جزيرة مانهاتن، ترتفع ناطحات سحاب نيويورك الشاهقة.

لقرون عدّة، كانت الجزر مراسي للسفن المسافرة؛ ونظراً لعزليتها وتبعدها، فإنّ الكثير من الجزر كانت أيضاً مواطن لبعض الحيوانات البريّة النادرة والساحرة في العالم.

الجزر القاريّة قبالة ساحل الصين:

تظهر هذه الصورة، المأخوذة من قمر صناعيّ، امتداد ساحل الصين الشرقيّ في مضيق تايوان (فورموزا) قرب مدينة فوشو. إلى جانب مصبّ مين جيانج، يبدو عدد كبير من الجزر والجزيرات التي ترتفع من القاعدة عنها التي ترتفع منها القارة الآسيويّة. وتفصل امتدادات مائيّة ضيّقة، وغالباً ضحلة، بين الجزر والبرّ الرئيسيّ. كان هذا النوع من الجزر يرتبط منذ زمن غير بعيد، بالتعبير الجيولوجيّ، بالبرّ الرئيسيّ، وذلك بفعل ظاهرة استوائية البحار أو الحركات التكتونيّة أو التضاعطيّة.





جزيرة بورا بورا (أعلاه)

تتمثل المعالم الطبيعية الرئيسية في بورا بورا، وهي جزيرة في أرخبيل السوسيتي البولينيزي، في الصخور البركانية التي غيّرت شكلها عوامل الحت والتعرية، وأشجار النخيل والشعاب المرجانية التي تنكسر عليها أمواج الهادىء.

أرخبيل تواموتو (أدناه)

أجذت هذه الصورة من ارتفاع ٢٥٠ كم تقريباً. نظراً إلى شكلها المميز، تكشف جزر هذا الأرخبيل البولينيزي عن أصلها. إنها اتولات مؤلفة من شعاب مرجانية دائرية أو اهليلجية تضم في وسطها بحيرة. من اليمين، يمكن تمييز بعضاً من الاتولات الأكبر حجماً: أباتاكي وتواو وفاكارافا التي تحمل بلدة روتوافا. ان البحيرة الداخلية، التي تبدو بلون المحيط نفسه، هي في الحقيقة ضحلة جداً (مئة متر كحد أقصى).



الآتولات أو الجزر المرجانية الحلقية

لطالما شكّلت العملية التي يتكوّن بها الاتول معضلة علمية مثيرة للإهتمام، زادتها تعقيداً الظروف الخاصة الضرورية لحياة الكائنات الحية التي تبنيها (حرارة ماء فوق ٢٠° مئوية، عمق عند القعر أقل من ٤٠ متراً، انغمار دائم، وماء صاف مرتفع الملوحة). إلا أنه يبدو، اليوم، أن نظرية داروين كانت صحيحة في هذا المجال، على الأقل بشكل عام.

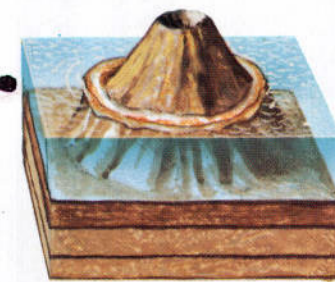
افترض داروين انخساف القاعدة الصخرية التي كانت قد تشكّلت فوقها المستعمرات المرجانية الأولى ومن ثم نمو هذه المستعمرات وارتفاعها إلى السطح، إذ لم تكن تستطيع العيش على هذا العمق المتزايد (انظر الرسوم إلى اليسار).



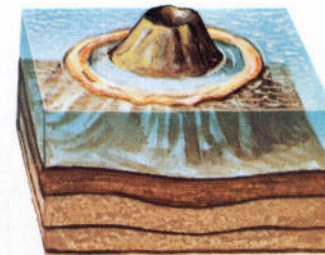
اتول في المالديف (المحيط الهندي)

تشكل جزر المالديف أرخبيلاً طويلاً يمتد بين شط العرب والمحيط الهندي إلى الغرب من سري لانكا. هناك حوالي ٢٠٠٠ جزيرة وجزيرة تشكّلت من المرجان الطبيعي بعد غوص الرف تحت المائي تدريجياً (الانخساف). يحيط بمعظم الجزر شعاب مرجانية حلقية الشكل، يغطيه زبد الأمواج المتكسرة.

نشوء اتول



ينمو المرجان حول جزيرة بركانية تغوص تدريجياً.



تستمر الجزيرة في الغوص، فيما تنمو التكوينات المرجانية في اتجاه سطح البحر.



غمرت المياه الجزيرة بشكل كامل. تظهر نباتات على الشعاب المرجانية.



جزيرة في كاليدونيا الجديدة

تضم كاليدونيا الجديدة (أوقيانيا الفرنسية) الجزيرة الرئيسية التي تعطي اسمها للمجموعة وعدداً لا يحصى من الجزر الصغيرة. يحيط عموماً شعاب مرجانية بهذه الجزر الصغيرة، كما يظهر في الصورة. داخل الشعاب، تبقى المياه هادئة وتتقدم بلطف فوق شاطئ صلب من الرمل الشديد البياض.

أنواع الجزر

هناك أربعة أنواع رئيسية من الجزر: القارية Continental، المحيطية Oceanic، المرجانية Coral، والفاصلة Barrier. الجزر القارية: كانت هذه الجزر متصلة في ما مضى بإحدى القارات، تكوّن بعضها عندما انفصلت قارات الأرض المنتقلة.

يعتقد العلماء أنه منذ ملايين السنين كان هناك قارة كبيرة فقط. مع مرور الوقت، حطمت حركات أدبم الأرض البطيئة القارة العملاقة إلى عدة أجزاء التي بدأت بالتباع. وعندما حصل الانفصال، شطرت قطع كبيرة من الأرض على طول خطوط الانفصال، وأصبحت هذه الأجزاء من الأرض جزراً. جرينلاند ومالاجاسي (مدغشقر) هما مثالان عن الجزر القارية التي تشكّلت بهذه الطريقة.

تكوّنت جزر قارية أخرى بسبب تغييرات في مستوى البحر. وفي أوج أحدث عصر جليدي، منذ حوالي ١٨,٠٠٠ سنة خلت، كان غطى الجليد أجزاء كبيرة من الأرض. كان الماء محجوزاً في أنهار الجليد، ومستوى

البحر كان أدنى بكثير ممّا هو عليه اليوم. وعندما بدأت أنهار الجليد بالذوبان، ارتفع مستوى البحر، وغمر المحيط الكثير من المساحات المنخفضة، محدثة بذلك جزراً كالجزر البريطانية، التي كانت ذات مرة جزءاً من البر الرئيسي الأوروبي.

الجزر المحيطية: تتشكل نتيجة لثوران البراكين في قعر المحيط. فأتثناء انفجار البراكين، تتكوّن طبقات من الحمم التي قد تخترق سطح الماء مع الوقت. عندما تظهر قمم البراكين فوق الماء، تكوّن جزراً كجزر هاواي. إنّ جزيرة سورتسي قد وُلدت في العام ١٩٦٣ عندما قذف الثوران البركاني حمماً ساخنة وسط غيوم من البخار في المحيط جنوب إيسلندا.

الجزر المرجانية: هي جزر منخفضة تشكّلت في مياه ساخنة عن طريق حيوانات بحرية صغيرة جداً تدعى البواب^(١) المرجانية التي تقيم هياكل عظمية خارجية صلبة؛ يُدعى بعض الجزر المرجانية جزراً منخفضة أو جزراً صغيرة منخفضة.

قد تُشكّل مجموعات البواب حيوداً بحرية ضخمة من حجر الكلس؛ وبعض

(١) البواب: جنس حيوان بحري من الغوفات، كحيوان المرجان.

(٢) نجد: سهل واسع مرتفع.

(٣) الرسابة: مادة ترسبها المياه أو الريح أو الأنهار الجليدية.

الحيود المرجانية قد ينمو في طبقات كثيفة من نجد^(٢) في قعر الماء، منشأً بذلك جزراً منخفضة. إنّ جزر الباهاما التي تقع جنوب شرق فلوريدا، قد تكوّنت بهذه الطريقة.

نوع آخر من جزر المرجان هو الجزيرة المرجانية. فالجزيرة المرجانية هي حيد بحري مرجاني يبدأ بإبراز حلقة حول جوانب الجزيرة البركانية. فعندما تغور الجزيرة البركانية ببطء أو تغرق إلى قعر المحيط، يستمر الحيد البحري بالنمو. لاحقاً، قد ترتفع أجزاء من الحيد البحري الدائري فوق سطح الماء كجزر مرجانية أو جزيرات. توجد الجزر المرجانية بشكل خاص في المياه الإستوائية للمحيط الهادىء.

الجزر الفاصلة: هي جزر ضيقة، وتقع موازية للسواحل. تتكوّن هذه الجزر من الرسابة^(٣) كالرمل، الطمي، والحصى؛ ويفصلها عن الشاطئ هور^(٤) أو ممز مائي ضيق. أطلق عليها تسمية الجزر الفاصلة، لأنه يوجد فيها كُتُب^(٥) رملية تعمل كحواجز بين المحيط والبر الرئيسي. إنّ الكُتُب تحمي الشاطئ من مهاجمة أمواج ورياح العواصف المباشرة.

(٤) هور: بحيرة تجري إليها المياه ففيض وتتسع.

(٥) كتب: تلال من الرمال شكلتها الرياح.

(٦) ركامات ترابية: ركام تراب وحجارة بجرفه نهر جليدي.

حيد في جزيرة مرجانية





وسط المحيط وعدة كيلومترات بعيداً عن أي يابسة. تصل النباتات والحيوانات إلى هذه الجزر بعد سفرها مسافات طويلة عبر الماء.

قد يسافر بعض بذور النباتات من خلال الجرافة في المحيط، أو مع الرياح، أو مع تيارات الهواء ذات الرياح العالية الإرتفاع، أو في الوحل على قدم عصفور أو في جوانحه. وقد تجري مخلوقات أخرى إلى الجزر على كتلي من النباتات العائمة والأغصان والترية، وفي بعض الأحيان مع أشجار بقيت واقفة عليها، وتدعى هذه الطوافات جزراً عائمة. كذلك، فإن السفن التي توزع البضائع تجلب أنواعاً جديدة من النباتات والحيوانات كالأفاعي والجرذان إلى الجزر، وغالباً من دون قصد.

الحيوانات البرية الفريدة على الجزر

بما أن النباتات والحيوانات على الجزر تعيش معزولة في أماكن محاطة ومحمية بالماء، فإنها أحياناً تتغير أو تتكيف في طرق مختلفة، ولا تتعرض إلى الكثير من الأمراض.

على جزر جالاپاجوس، تطورت سلاحف

عملاقة من أسلاف أصغر على مدى ملايين السنوات. يعتقد العلماء أن السلاحف الأولى ربما قد انتقلت إلى الجزر من قارة أميركا الجنوبية على النباتات العائمة. شيئاً فشيئاً، بدأت الحيوانات تكبر في حجم جسمها، جزئياً لأنه كان هناك القليل من الحيوانات المنافسة على الأطعمة النباتية التي اقتاتت منها. اليوم، إن السلاحف هذه قد تزن حوالي ٢٧٢ كيلوغراماً وقد يبلغ طولها أكثر من متر. ونباتات دوار الشمس على جزر جالاپاجوس كبرت تدريجياً أيضاً، لأنه كان هناك القليل من الحشرات على الجزر التي تغذت على الورود؛ مع الوقت، أصبحت نباتات دوار الشمس بطول بعض الأشجار.

قد تحمي عزلة الكثير من الجزر بعض حيواناتها من الضواري، ومن مخاطر أخرى موجودة على البر الرئيسي، فإن أنساب بعض الحيوانات التي انقرضت منذ زمن بعيد في معظم أنحاء العالم، لا تزال على قيد الحياة في الجزر.

إحدى أكثر المخلوقات استثنائية، اكتشفت في العام ١٩١٣ على جزيرة كومودو في

شمال غرب أستراليا. لقد استمرت الإشاعات عن حيوانات مذهلة في كومودو عبر السنوات. وعندما وصل العلماء للإستقصاء، ذهبوا بشدة لرؤية ما بدا كتين حي. كان المخلوق عظاية هائلة الحجم أكثر من ثلاثة أمتار في الطول. سرعان ما اكتشف الكثير من هذه الزخافات الضخمة، بعضها حجمه كان حتى أكبر. لقد اكتشف أن هذه الزخافات التي أطلق عليها تسمية تانين كومودو هي نسبة لأقدم مجموعة عظايات عرفها العالم، لقد حافظت عليها عزلة جزيرة كومودو.

الجزر والشعوب

كيفية اكتشاف أبعد جزر العالم واستيطانها، هي أكثر القصص سحراً في تاريخ الإنسانية. ففي المحيط الهادئ الواسع، نثار متفرقة من عدة جزر صغيرة كجزر مركيز، جزيرة الفصح Easter Island وجزر هاواي، التي هي موزعة على نحو واسع ومعزولة عن السواحل القارية. عندما بدأ الأوروبيون استكشاف جزر المحيط الهادئ في القرن السادس عشر، وجدوا شعوباً قاطنة هناك. من أين أتى هؤلاء الناس؟ يعتقد العلماء أن أسلاف سكان جزر المحيط الهادئ أتوا أساساً من جنوب شرق

آسيا. لقد ابتدأ ذلك منذ حوالي ثلاثة آلاف إلى أربعة آلاف سنة، حيث انطلقت مجموعات من هؤلاء الناس في رحلات مذهشة شرقاً، عبر آلاف من الكيلومترات في المحيط، على متن زوارق طويلة خفيفة. على الرغم من إبحار هؤلاء من دون بوصلات، ولا خرائط، فقد اكتشفوا جزراً لم يعلموا بوجودها قط.

منذ أيام المستكشفين الأوائل، كانت الجزر مهمة كأماكن رسو، تستطيع السفن فيها أن تأخذ مؤونتها، ويتمكن طاقمها أن يرتاح. في ما بعد، أصبحت الجزر جزءاً من طرقات المحيط التجارية، واصلهً بذلك مناطق متباعدة من العالم.

اليوم، يعيش الملايين من الناس على الجزر. وهناك الكثير من الجزر-الدول، من بينها اليابان، الفلبين، نيوزيلندا، كوبا، وإيسلندا، بالإضافة إلى الجزر البريطانية. ويُعرف الكثير من الجزر كأماكن استجمام جميلة ومريحة، حيث يستطيع الناس أن يستمتعوا بالسباحة، وصيد السمك، والغوص تحت الماء، ونشاطات أخرى. بعض أشهر جزر الاستجمام موجود في البحر الكاريبي وجنوب المحيط الهادئ.

(٧) السديمية: آلة لقياس ارتفاع الأجرام السماوية من سفينة أو طائرة متحركة.

الثروة السمكية في الحيد المرجانية



صورة من الحيد المرجاني الكبير

الشَّعْبُ المرجانيّة

(الحيد البحريّ المرجانيّ)

الشَّعْبُ المرجانيّة جزء مرتفع من قاع البحر في منطقة ضحلة نسبياً، ما يجعلها قريبةً من سطح الماء. تتكوّن الشَّعْبُ المرجانيّة من صخور ناتجة من تراكم الهياكل الخارجيّة الكلسيّة لحيوانات المرجان والطحالب الحمراء الكلسيّة والرخويّات. تبني حيوانات المرجان الحيّة الشعاب المرجانيّة، طبقة بعد طبقة، فوق هياكل الأجيال المرجانيّة التي سبقتها، فتتمو إلى الأعلى بسرعة ١ إلى ١٠٠ سم في السنة، مشكّلة ارتفاعات متعدّدة الألوان، وهي من أجمل وأعقد التشكيلات الطبيعيّة في العالم.

تشكّل الشعاب المرجانيّة في المناطق الإستوائيّة والمداريّة وتمتدّ حتى ٣٠ تقريباً إلى شمال خطّ الاستواء وجنوبه، وهي توجد فقط في المناطق التي لا تتعدّى فيها حرارة المياه السطحيّة ١٦° مئوية. أكبرها هو الحاجز المرجانيّ الكبير Great Barrier Reef، أمام الشاطئ الشماليّ الشرقيّ لأستراليا. يمتدّ في سلسلة متقطّعة لألفيّ كيلومتر.

كيف تشكّل الشعاب المرجانيّة؟

الشعاب المرجانيّة منظومات بيئيّة، لها بنى محدّدة تشمل نباتات تمارس التخليق الضوئيّ وكائنات مستهلكة. تتألّف الطبقة الخارجيّة من الشَّعْبُ المرجانيّة من بوالب^(١) Polyp مرجانيّة حيّة. لا يتعدّى حجم البولب ظفر إصبع الإنسان، وهو غالباً بحجم رأس دبّوس فقط؛ وله جسم بسيط أنبويّ الشكل مع مجسّات Tentacles على طرف واحد.

تعيش داخل الحيوانات المرجانيّة طحالب دائريّة مؤلّفة من خلية واحدة تدعى الطحالب الصفراوية. تحت البوالب وحولها، نجد هيكلاً كلسيّاً فيه أقسام حيّة وأخرى ميتة ويضمّ طحالب خضراء خيطيّة. تنمو أنواع أخرى من الطحالب، اللحيمية منها والكلسيّة، على سطح التراكمات المؤلّفة من الهياكل القديمة. تولّد هذه الطحالب وغيرها من النباتات المرافقة القسم الأكبر من المنتجين الإبتدائيين.

تنقل الطحالب الصفراوية المخلّقة للضوء والطحالب الخضراء الخيطيّة بعض طاقة الطعام مباشرةً للبوالب المرجانيّة. وتقتات أيضاً الحيوانات المرجانيّة في الليل بالعوالق^(٢) Plankton الحيوانيّة التي تلتقطها مجسّساتها المغطّاة بخلايا عاقصة. لا تصطاد الحيوانات المرجانيّة العلق الحيوانيّ لتأمين كمية من السعرات الحراريّة بقدر ما تصطاده للحصول على موادّ مغذّية قليلة الوجود، وخصوصاً الفوسفور. عن طريق الهضم، تنقل الحيوانات المرجانيّة هذه الموادّ المغذّية إلى الطحالب.

(١) البولب: جنس حيوان بحريّ من المژهفات، كحيوان المرجان.

(٢) العوالق: حيوانات ونباتات صغيرة معلقة في الماء.

(٣) هور: بحيرة تجري إليها المياه فنفّض وتنسج.

ويظهر أنّ الحيوانات المرجانيّة والطحالب تتبادل هذه الموادّ المغذّية في ما بينها دوريّاً مخفّضة بذلك خسارة المادة المغذّية في الماء.

تقتات حيوانات بحريّة كثيرة بالطحالب، منها الأسماك العاشبة، مثل عروسة البحر الزاهية الألوان، وقنافذ البحر وخيار البحر والنجوم القصيفة وعدد كبير من أنواع الرخويّات. تختبئ الحيوانات الضاريّة في كهوف الشعب المرجانيّة وصدوعها، ونذكر من هذه الحيوانات السلطعون الصغير والزاس (سمك طويل شائك الزعانف) وانقليس الموراي والقرش. تشهد الشعاب، بكثرة المواطن الصغيرة فيها وإنتاجيتها، حياة بحريّة شديدة التنوّع والاختلاف.

تبني أنواع مختلفة من المرجان تكوينات مختلفة الأشكال، بعضها كالأشجار أو الشجيرات المتشعبة، وبعضها الآخر مثل قبب أو مراح كبيرة أو حتى قرون الغزلان. أجسام البوالب الحيّة ملوّنة بظلال مشرقة من الورديّ والأصفر والأزرق والأرجوانيّ والأخضر، وذلك يجعل الشَّعْبُ المرجانيّة تبدو مثل حديقة أزهار. تنمو مستعمرات الشَّعْبُ المرجانيّة في مياه ضحلة فقط، وليس أعمق من ٤٦ متراً غالباً. وهي تحتاج مثل باقي النباتات إلى ضوء الشمس لتعيش، وهكذا فالبوالب المرجانيّة لن تنمو في مياه أعمق من أن يخترقها ضوء الشمس، لأنّ الطحالب التي تحيا داخل البوالب تزدهر في مياه دافئة حرارتها ٢١° مئوية. بالإضافة إلى المياه الدافئة، يحتاج المرجان ميهاً صافية شفّافة. قد تخنق المياه الموسوقة بالغرين (الطينيّ) وسائر الرواسب، البوالب المرجانيّة الضعيفة.

ينشط الكثير من مخلوقات الشَّعْبُ، بما فيها بوالب المرجان نفسها، فقط في الليل. خلال النهار، ينغلق المرجان داخل هياكله للإختباء من حيوانات مفترسة مثل قنديل البحر.

أنواع الشعاب

هناك ثلاثة أنواع من الشعاب المرجانيّة: الشعاب الهديّية Fringing reefs والشعاب الحاجزة Barrier reefs والجزر المرجانيّة Atolls.

تشكّل الشعاب الهديّية على طول حافة شاطئ ماء، وهي ملتصقة بالأرض. وتمتدّ خارجاً من الشاطئ على صدّفة تحت سطح الماء تماماً.

أما الشعاب الحاجزة فمفصولة عن الشاطئ بـ«هور»^(٣) Lagoon. وهي تشكّل حاجزاً بين الأرض والبحر المفتوح. يشكّل بعض الشعاب الحاجزة، سلاسل من الشعاب الصغيرة مفصولة بممرّات مائيّة ضيّقة.

يتكوّن هذا النوع من الجزر المرجانيّة عندما تبني حلقة من المرجان على جوانب بركان تحيّريّ^(٤) يكون قد ارتفع فوق سطح المحيط. تحت عوامل التجوية والتعرية تدريجيّاً قمّة البركان؛ وتبدأ القمّة بالإنخساف أو الغرق إلى أرض المحيط. ينخسف البركان ببطء

كاف ليبقى نموّ الشعاب المرجانيّة في السرعة نفسها على السطح، رغم أنّها تبني بضعة سنتيمترات كلّ عام. مع الوقت، تظهر أجزاء من الشَّعْبُ فوق سطح البحر مثل جزيرة حلقيّة الشكل أو سلسلة جزر صغيرة. فيما تبني الشعاب الهديّية والحاجزة على طول الشواطئ، تبطل الأمواج السريعة والقويّة التي تتلاطم على الشاطئ. وتحمي الشعاب اليابسة من التجوية والتعرية.

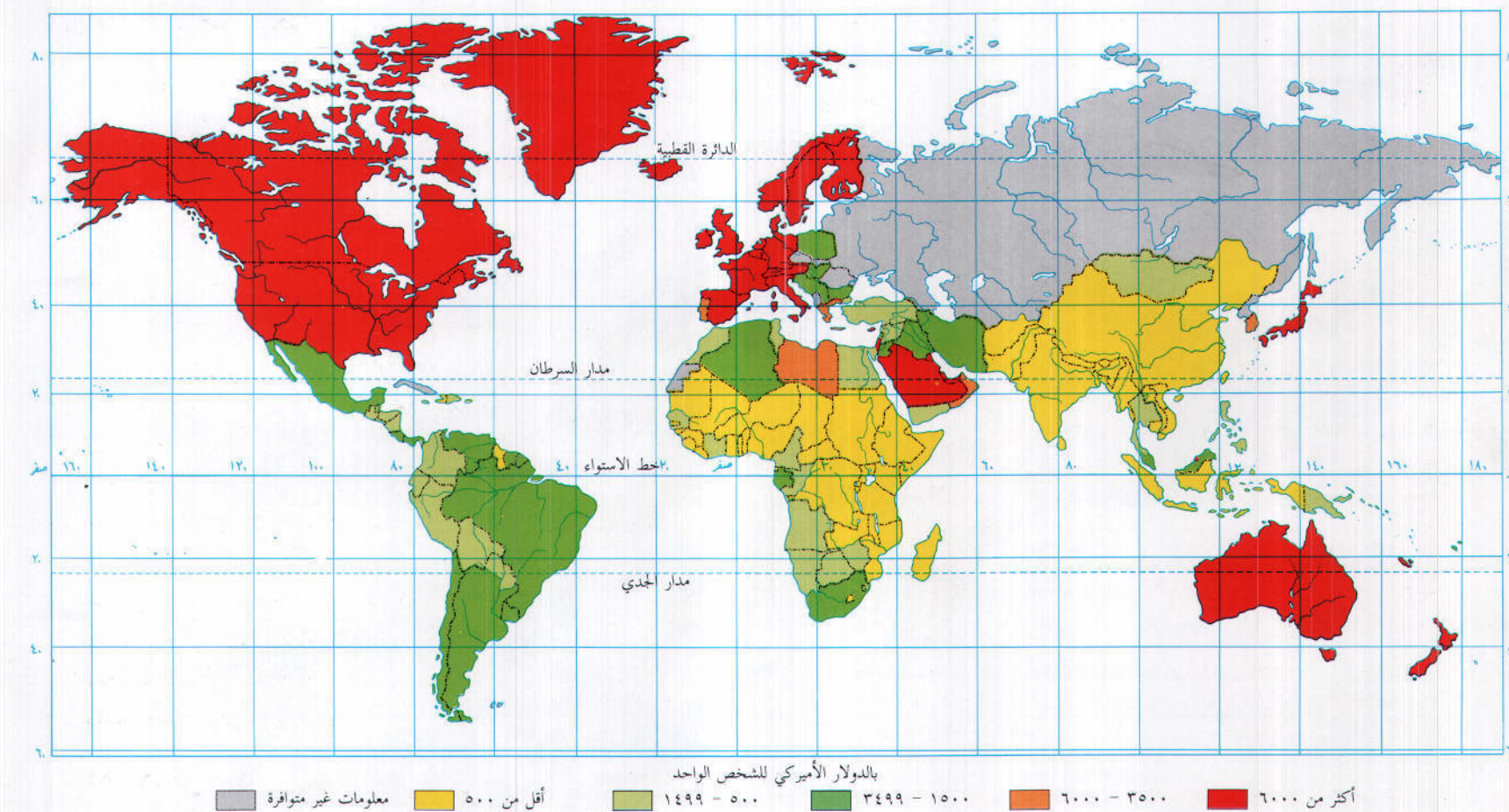
التقصير أو التبييض المرجانيّ

أصبحت الشعاب المرجانيّة أخيراً بالتقصير، أي بفقدان اللون أو فقدان الطحالب الصفراوية التكافلية. في العامين ١٩٧٩ و١٩٨٠، وقعت حوادث تقصير عدّة في الشعاب المحيطة بأوكيناوا وجزيرة الفصح وشمال شرق أستراليا والبحر الكاريبي. وفي العامين ١٩٨٢ و١٩٨٣، انتشر التقصير على نطاق واسع في شعاب مقابلة لشاطئ أفريقيا الشرقيّ وأندونيسيا والشاطئ الغربيّ لأميركا الوسطى والجنوبيّة. وبين سنة ١٩٨٦ وسنة ١٩٨٨، وقعت حوادث فقدان للون أوسع انتشاراً وأشدّ ضرراً في مناطق مثل تايوان وهاواي وفيجي وجزيرة مايوت وعلى كامل طول الحاجز المرجانيّ الكبير.

لا تزال أسباب وقوع حوادث فقدان اللون وانتشارها غير معروفة إلى الآن؛ وقد طاولت التخمينات التلوّث وارتفاع حرارة الأرض والأشعة فوق البنفسجيّة. ومع أنّه لم يثبت بشكل قاطع أنّ أيّاً من هذه الأمور قد تسبّب بالتقصير الذي أصاب الشعاب المرجانيّة، تشير الأبحاث التي أجريت أخيراً إلى أنّ السبب قد يعود إلى ارتفاع حرارة المياه على نحو غير عاديّ. تراوح الحرارة القصوى التي تسمح بنموّ المرجان بين ٢٦° و٢٧° مئوية. وقد ثبت أنّ ارتفاع الحرارة فوق ٢٩° مئوية يتسبّب بإجهاد المرجان ويمكن أن يزيد سرعة الطحالب الصفراوية المتكافلة في تخليق الضوء، ما يخلق في النسيج المرجانيّ سموماً مؤلّفة من جزيئات كسريّة حرّة (مجامع ذرّات حرّة) فتقوم هذه البوالب المرجانيّة المجهّدة بطرد الطحالب الصفراوية، ما يؤدي إلى تقصيرها.

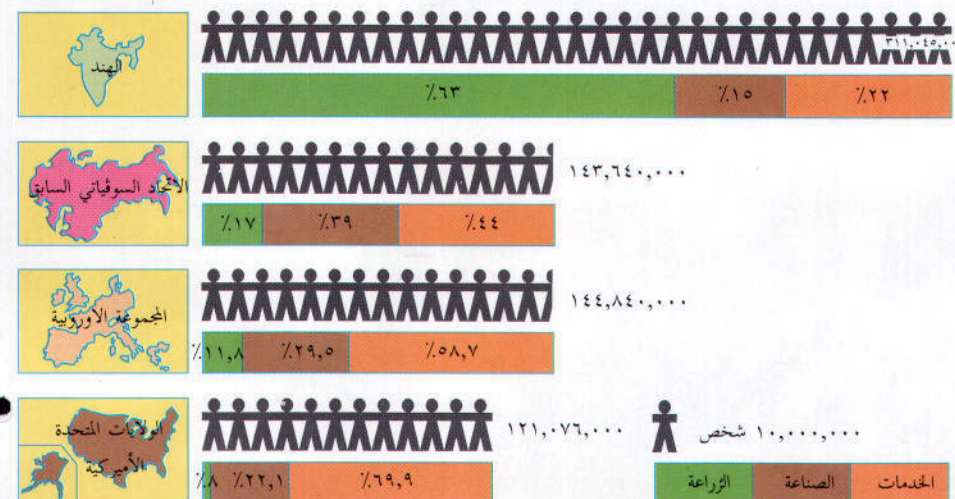
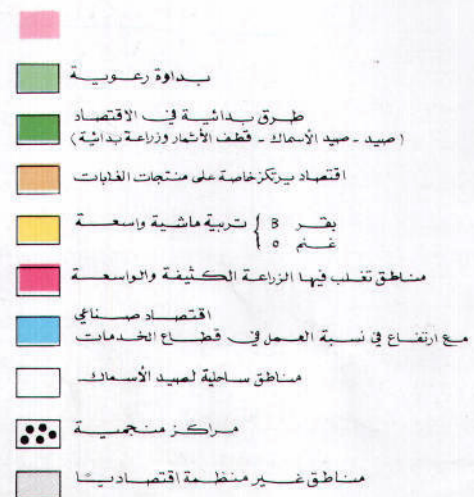
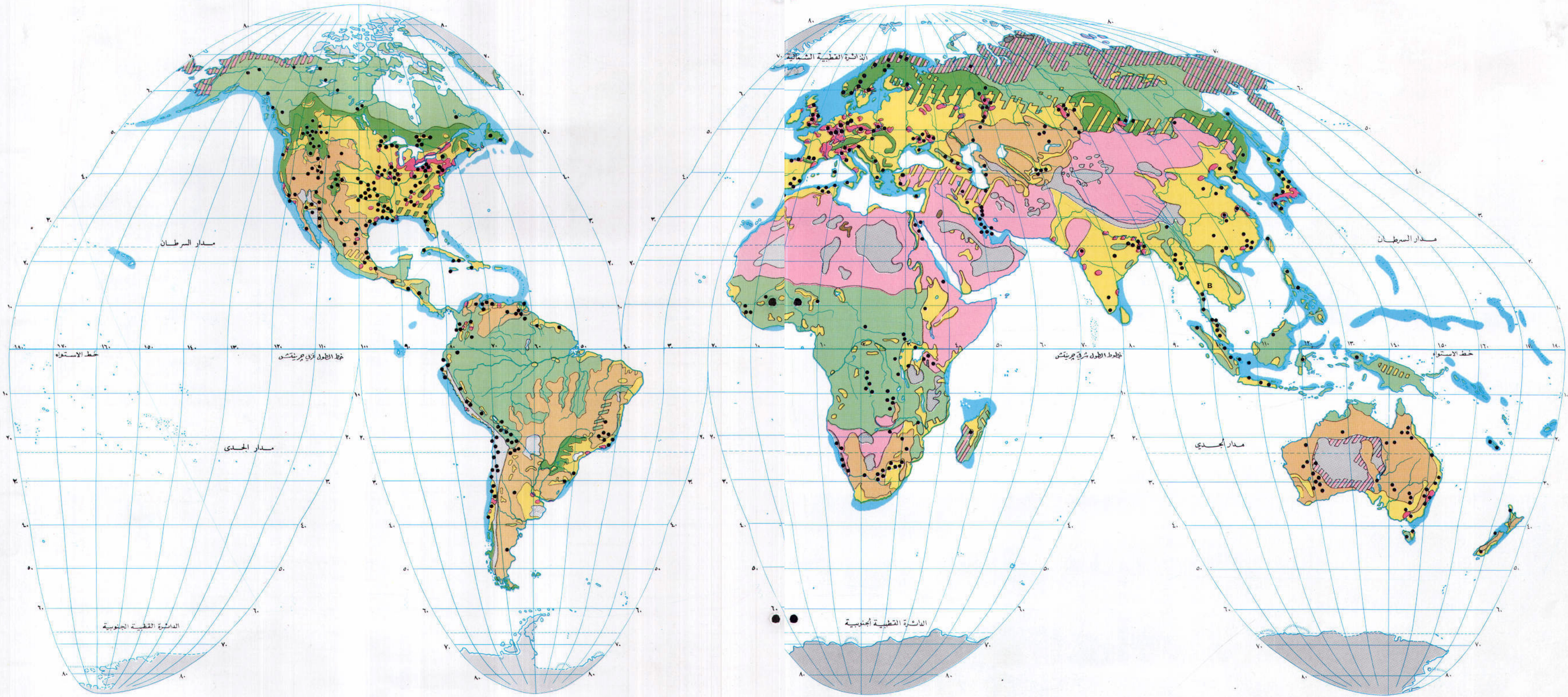
لا تعود الحيوانات المرجانيّة المصابة بالتقصير بسهولة إلى حالتها الطبيعيّة؛ قد يتطلّب شَّعْبُ ما سنوات عدّة ليستعيد وضعه السويّ، وقد يصبح ذلك أمراً مستحيلاً إذا ما وقعت حوادث أخرى من فقدان اللون. من دون طحالبها الصفراوية المتكافلة، تصبح الحيوانات المرجانيّة غير قادرة على ترسيب كربونات الكالسيوم لتشكيل الهيكل الذي يؤلّف أسس الشعاب المرجانيّة. قد تفقد الحيوانات المرجانيّة وكلّ أشكال الحياة الأخرى التي تعيش في الشعاب، موطنها بسبب أحداث التقصير وتعرّض البنية المؤلّفة من كربونات الكالسيوم للتآكل والزوال.

الناتج القوميّ الإجماليّ



زراعة القطن





الأنشطة الاقتصادية

يقارن الرسم البياني، إلى اليسار، بين مختلف قطاعات النشاط الاقتصادي في أربع مناطق جغرافية تختلف من حيث مستوى المعيشة والبنية الاجتماعية والاقتصادية والسياسية. المناطق التي يتناولها الرسم البياني هي الهند والاتحاد السوفياتي السابق والجمهورية الاقتصادية الأوروبية والولايات المتحدة. يتضح من الرسم أن نسبة العاملين في الزراعة تنخفض مع ازدياد الازدهار الاقتصادي. عند طرفي الرسم، نجد الهند، حيث يعمل أكثر من نصف اليد العاملة في الزراعة، والولايات المتحدة، حيث نسبة العاملين في الزراعة ضئيلة جداً. تتبع هذه البلدان أنظمة زراعية مضادة تماماً. من جهة، تشغل زراعة الكفاف التقليدية، في الهند عدداً كبيراً من الناس وهي تتأثر إلى حد بعيد بالظروف الطبيعية (بالمناخ والتربة، بالدرجة الأولى)، وتتميز بمستوى منخفض جداً من الانتاجية. ومن جهة أخرى، تتميز الزراعة الحديثة في الولايات المتحدة بإمكانة كثيفة وعائدات مرتفعة وبد عاملة محدودة. في القطاع الصناعي، نجد أعلى نسب من القوة العاملة في المستويات المتوسطة (الاتحاد السوفياتي السابق والجمهورية الأوروبية)، بينما تبلغ الخدمات أعلى مستويات التطور في البلدان الأكثر تقدماً من الناحية الاقتصادية، حيث تتوفر التسهيلات والخدمات الحضرية المتطورة بكثرة (التصحيح، التعليم، النقل).

الأمراض والأوبئة الزراعية، كرش محاصيلهم بالسموم المستخرجة من الحشائش، وتنقية الحشرات بأيديهم.

أما اليوم، فتعتمد أكثرية المزارعين، وخصوصاً في الدول المتقدمة، على الكيمائيات للحد من الأوبئة التي تتراوح بين الحشرات والحيوانات الضارة كالآرانب والفئران، إلى جانب الحشائش السامة والأمراض العضوية والجراثيم والفيروسات والفطريات. ورغم أنَّ هذه الوسائل الحديثة قد أثبتت فعاليتها في تدني خسارة المحاصيل بشكل ملفت، إلا أنَّ الاعتماد الكلي على الكيمائيات أفسد البيئة بقضائه على الحيوانات النافعة والضارة على حدٍّ سواء، عدا عن تعريض صحة الإنسان للخطر بتلويته مصادر المياه.

ورغبة في تصحيح الخطأ، يفحص العلماء اليوم عن كيميائيات زراعية أقل خطورة ووسائل طبيعية لمكافحة الحشرات، هذه الوسائل التي بدأ المزارعون باعتمادها بالفعل والتقليل من استعمال الكيميائيات.

لآلاف السنين، اعتمد المزارعون على المواد الطبيعية كالأسمدة العضوية والرماد والعظام المسحوقة وأجزاء الأسماك وبراز الطيور المسمى بالGuano⁽¹⁾ للتغذية التربة وسد حاجاتها.

وفي أوائل القرن التاسع عشر، اكتشف العلماء المواد الأساسية لنمو النباتات، وهي النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم، وبعدها تم تصنيع الأسمدة المحتوية على تلك المواد في الولايات المتحدة وأوروبا؛ وتعتمد هذه الأسمدة حالياً من قِبل عدد كبير من المزارعين لأنها تؤمن زيادة المحاصيل، ولأن الأسمدة والمخصبات العضوية لم تعد متوفرة بكميات كافية.

(١) الجوانو: سماد طبيعي من ذرق الطيور البحرية.

الفولادِيّ الذي أدخله جون ديري John Deere، عام ١٨٣٧،
من العمل في تربة المروج الغربية الوسطى الصلبة بقدرة حصانية
أقل. ذلك أنَّ المحراث صمَّم خصيصاً لتَجَنَّب الإلتصاق بالتربة
السوداء الثقيلة.

وتبّت الدول الأوروبية خلال القرن التاسع عشر الطرق
 ودورية في جني المحاصيل، والمستحثة في أوائل القرن الثامن
 عشر في البلاد المنخفضة وإنجلترا، والتي اعتبرت في حينها
 وسائل في غاية النجاح، كنظام الحقول الأربعة في نورفوك
 Norfolk والمطوّر في إنجلترا. ويقتضي هذا النظام بزراعة
 محاصيل على مدار السنة، بما فيها الخنطة واللفت والشعير
 والبرسيم والذّوّان، ما يزيد من غذاء التربة ويمكن المزارعين من
 زراعة المحصول الكافي للبيع بدون ترك أراض بور.

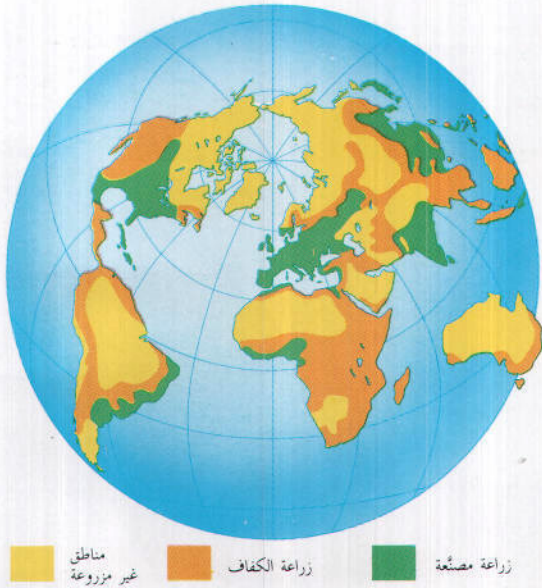
تطورات القرن العشرين

في نهاية الخمسينات من القرن العشرين، كانت أكثرية الفلاحين في الدول المتقدمة تستخدم البنزين والكهرباء لتشغيل الآلات الزراعية. واستبدلت حيوانات الفلاحة بالمحركات والآلات المسيرة بالبخار. واستعمل المزارعون آلة خاصة لكل مرحلة من مراحل الفلاحة.

وأصبحت الكهرباء مصدراً للظافة في مزارع اليابان وألمانيا في أوائل القرن العشرين. ففي حدود العام ١٩٦٠، أصبح معظم مزارع الولايات المتحدة الأميركية مزودة بالكهرباء. فأصبحت مباني المزارع وزودت الآلات بالطاقة، كمضخات المياه وآلات استئدار الحليب ومعدات التلقيح. وتستأثر الكهرباء اليوم بالمحيط البيئي للاهراءات والمواشي وبيوت الدجاج، كما تدير حاسبات المزارع الآلية.

وكان المزارعون يعتمدون الطرق التقليدية في مكافحة

فلاحة بدائية في حقل بطاطا قرب بهير دار في أثيوبيا



الأرض المزروعة: لا تشكل الأرض المزروعة سوى عُشر اليابسة. وتحتل القسم الأكبر من الأراضي الباقية قنسنوتا الجليلد والصحاري والغابات والجلبال والمراعي والمناطق المدينية بطرقاتها ومصانعها. لا تتوزع الأراضي المروية بشكل متساو بين مختلف القارات. في المناطق المعتدلة، تسهل التربة والمناخ عملية الزرع، ويسمحان بزراعة أنواع كثيرة من المحاصيل وتربية ضروب متنوعة من الحيوانات الزراعية، بينما يقتصر الزرع في المناطق الإستوائية والمدارية على بعض الحبوب مثل الأرز والذرة وعلى المنتجات المتخصصة مثل الشاي والبن والكاكاو وقصب السكر والفواكه الإستوائية.

إنّ المساحة الصالحة للزراعة تحتل ٥٢,٧٪ من اليابسة، بينما لا تشكّل المساحة المستغلّة فعلاً، إن زراعياً أو كمراع سوى ٢٧,٨٪ من هذه الأراضي

الزراعة

الزراعة هي فنّ أو علم حراثة الأرض وإثماء المحاصيل وتربية المواشي. تؤمّن الزراعة معظم ما نقتات به، كما تؤمّن القطن والصوف وأشياء كثيرة أخرى، كزراعة الأشجار التي تمدّنا بالأخشاب لبناء والإنتاج الورقيّ.

قبل انتشار الزراعة، صرف الناس معظم وقتهم في البحث عن الطعام. فاصطادوا الحيوانات وجمعوا النباتات البرية. ومنذ حوالي عشرة آلاف سنة، بدأ الناس يتعلمون بالتدريج كيفية العناية بمحاصيل الحنطة والجذور، وبدأوا بالإستقرار ببطء في حياة متركزة على الزراعة.

عندما بدأ الإنسان بزراعة المحاصيل، بدأ بالمقابل بجمع القطعان وتربية الحيوانات البرية، وهذا ما يسمى بالتدجين، أي إخضاع الحيوانات والنباتات البرية للحاجات البشرية.

وكانت الكلاب أولى الحيوانات المدجنة
والمستخدمة لأغراض الصيد. وربما، تمَّ بعدها
تدجين الخراف والماعز والبقر. وكانت هذه
الحيوانات اصطليدت، من قبل، من أجل جلودها
ولحومها. ويعتبر بعضها اليوم مصدراً للحليب
والجبنه والزبد. كذلك اكتشف الإنسان
صلاحيّة استعمال الحيوانات المدجنة كالثيران
للفلاحة، والجمال والنقل.

ومكنت الزراعة الإنسان من إنتاج الفائض الغذائي والاستفادة منه في أيام الشح أو استبداله بسلع أخرى، الشيء الذي مكّن المزارعين من التفرغ للأعمال الزراعية.

وأُسهمت الزراعة في استقرار القبائل الرحل

بالقرب من حقولها. وأدت إلى قيام القرى التي وصلتها العلاقات التجارية بعضها بعض. وازدهر الإقتصاد في بعض المناطق، فتمت المدن، وتطورت الحضارات، وقامت بذلك الحضارات الأولى المركزة على الزراعة المكثفة، بالقرب من نهري الدجلة والفرات في بلاد ما بين النهرين، وعلى طول نهر النيل في مصر.

ومع تطوّر التقنيّة والمعرفة البشرية على مدى آلاف السنين، تحسّنت الوسائل الزراعية. واستمرّ التقدّم الزراعيّ التقنيّ يسير ببطء لآلاف السنين. فكان المزارعون يستخدمون الوسائل البدوية في زراعة أراضيهم. ومع الوقت، تطوّرت أدوات الزراعة المصنوعة من العظام والحجارة والحديد.

وحوالي ٥٥٠٠ سنة قبل المسيح، طُوِّر المزارعون في بلاد ما بين النهرين في جنوب غرب آسيا، أنظمة ري بسيطة، قوامها جر المياه ضمن قنوات من التبايع إلى الحقول. وتمكنوا بذلك من الإستقرار في الأراضي الجافة بعد استصلاحها. هذا، في بلاد ما بين النهرين وبعدها في مصر والصين، شجّع قيام وصيانة أنظمة الري المحسنة والجديدة بالثقة على العمل الجماعي المشترك بشكل منظم.

وربما كان للتطوير التدريجي لأنواع النباتات أهمية الري نفسها. فأنواع الحنطة الجديدة مثلاً، والتي عُرفت في جنوب غرب آسيا وفي مصر في حدود عام ٦٠٠٠ ق.م، كانت أصلب من سابقتها. كما تميزت بسهولة انتزاع قشورها الخارجية وتحويل دقيقها إلى خبز. وتمكن الناس من زرع هذه الحبوب في الحقول المروية.

بعدها ببضعة آلاف سنة، تبَيَّ الرومان أفضل سائل الزراعة المقتبسة من الشعوب المحتلة. وأُؤا بأنواع مختلفة من حبوب الحنطة من بوب غرب آسيا وشمال أفريقيا إلى روما، كُنوا من تكييفها مع أرضهم، وتركوا بطولات سَجَلوا فيها ملاحظاتهم عن طرق ااعة.

وخلال القرون الوسطى، حيء بحصان الجرّ أوروبا الشمالية. كانت قدرة جرّه في البداية ن قدرة الثيران، لكنّ النوع المبتكر لعدّة الركوب سينية التصميم، ضاعف من قدرة عمل الحصان إلى أربع مرّات. وهكذا استبدل الثور بالحصان حيوان للجرّ في عدّة دول أوروبية.

وأتبع عدد من مزارعي القرون الوسطى نظام نقل المفتوح القاضي بتبديل الزراعة في الحقول، تلك بزرع حقل في الربيع وآخر في الخريف، كحقل غير مزروع. وهذا النظام يضمن بقاء الغذاء في التربة ويزيد من إنتاجاصيل.

وخلال القرنين الخامس عشر والسادس عشر، نقل الرُّوَّاد أنواعاً جديدة من النباتات لتتوجت الزراعة إلى أوروبا، فجاؤوا بالقهوة وشاي وشجرة البلبلة - وهي شجرة تعطي صبغة ناء - من آسيا، وأخذوا من القارة الأميركية نبات كالبطاطا والبندورة والذرة والفاصوليا فستق والتبغ. وأُعير بعضها سلعاً رئيسية زادت أنواع الغذاء في عدّة مناطق أوروبية.

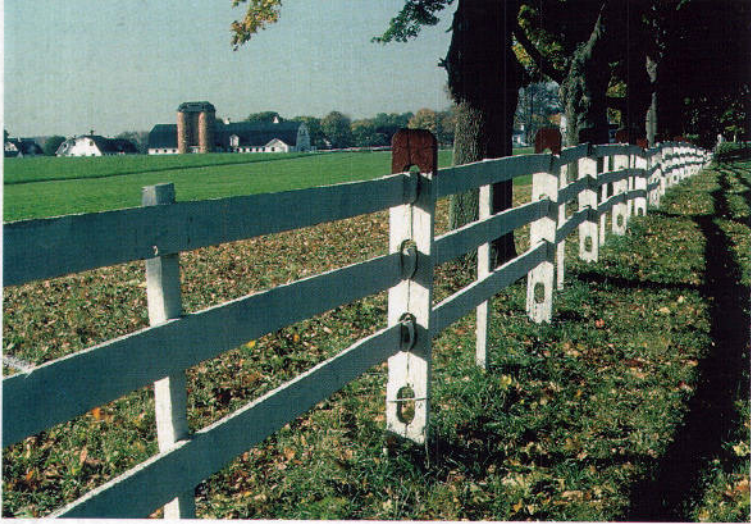
القرنان الثامن عشر والتاسع عشر

حَقِيقَةُ هَامَّةٍ مِنَ التَّقَدُّمِ الزَّرَاعِيِّ بَدَأَتْ فِي مَطْلَعِ





الاهراءات الثلاثة



مشهد لمزرعة كبيرة



حقل جاهز للحصاد



الاهراءات في الوادي الأخضر المشهور في نيويورك

الخفيضة في الأراضي البور. وتعتمد القبيلة على حليب القطعان كقوتها الأساسي، ونادراً ما تذيب حيواناتها من أجل لحومها.

أما في الولايات المتحدة، فتستولد قطعان البقر لتنمو بسرعة، وتعطي كميات من اللحوم. فعندما يبلغ عمرها بين خمسة أشهر والإثنين عشر شهراً، تُنقل إلى المراعي وتُستبقى في الحظائر حيث تتم تغذيتها بالحبوب وإضافات الفيتامينات حتى تبلغ الحجم المطلوب للتسويق.

يقتني معظم العائلات في العالم الدجاج لتزويد أفرادها بالبيض واللحوم، وتفتش الطيور عن طعامها في أقبية المزارع وحلف الأبنية. وتقتات بما تلقاه من الحبوب والحشرات وفات الطعام المنزلي والفائض من حبوب الحنطة.

أما تربية الدواجن في الدول المتقدمة، فتعتبر اليوم أحد أهم النشاطات الزراعية، فيرتبى الدجاج من أجل بيضه ولحومه. ويمكن لبيت الدجاج الواحد استيعاب أكثر من مليون طائر. وتتولى الآلات عادة تأمين الطعام والشراب وجمع البيض وإزالة الفضلات بطريقة آلية.

مستقبل الزراعة

يعتقد الخبراء أن عدد سكان العالم سيتضاعف من خمسة إلى عشرة مليارات في حقبة الخمسين إلى الستين سنة المقبلة. لذلك يتحتم على الإنتاج الغذائي أن يجاري سرعة النمو السكاني، وهذا تحدّ هائل. لكن الخبراء مقتنعون بإمكانية مواجهته.

منذ العام ١٩٤٥، بدأت مشكلة المجاعة تتفاقم بسبب التفاوت في توزيع المخزون الغذائي العالمي، وليس بسبب نقص الغذاء. فالتوازن بين المعدّل السكاني والأراضي المنتجة يميل لصالح بعض الدول أكثر من غيرها. فهذا التوازن مثلاً مؤتمن في الولايات المتحدة الأميركية أكثر منه في الهند أو غيرها من الدول النامية. ويعتقد الخبراء أن سياسة الحكومات في الدول المتقدمة والنامية على السواء، مسؤولة عن إعاقة تحقيق المساواة في التوزيع الغذائي، هذا إلى جانب المعوقات الطبيعية كالجفاف والفيضانات وغيرها من الكوارث التي تسبب النقص المحلي في الإنتاج الغذائي.

ويعتقد الخبراء أن حوالي ٥٨٠ مليون شخص، أي ما يوازي ١٠٪ تقريباً من سكان الأرض يعانون الفقر والمجاعة بسبب النقص الخطير في التغذية. ومن المؤسف أن التزايد السكاني المفترض خلال الخمسين سنة المقبلة سيحصل في الدول الفقيرة بالذات حيث تتفاقم المجاعة فيها اليوم بشكل خطير.

إنّ المساعدات الغذائية التي تقدّمها الدول الغنية لن تحل مشكلة المجاعة في العالم. فالدول الفقيرة لا تملك المال لشراء الطعام الكافي، ولا ترغب في الاعتماد على الهيئات الدولية إلى الأبد، ذلك أن الهيئات الدائمة تُثنيها عن محاولة تطوير برنامجها الزراعي الخاص. وفي رأي الخبراء أن

حرارة التربة، كما أنّ النباتات المحروقة تتحوّل فيها إلى مخضبات. وتتولى المزارعة بعدها نثر الذرة المخزّنة من محصول العام الفائت. وبين أثلام الذرة، تزرع أنواعاً من المحاصيل المطلوبة من الحبوب كاللوبيا، والجنود كالبطاطا الحلوة والبنهوت^(٢)، وتسمى هذه الطريقة في الزراعة بطريقة تعدّد المحاصيل Interropping. فتغطي الأرض بالخضار تؤمّن اختزان الرطوبة والحول دون جرف الأمطار الموسميّة للتربة.

تؤمّن الأمطار المياه للنباتات المزروعة، وتتخلّص المزارعة من الأعشاب الضارة بواسطة الجرفة. وفي موسم الحصاد، تقطف مع عائلتها أكواز الذرة، وتزنع قشورها الخارجية، وترتكها لتجفّ تحت أشعة الشمس. بعدها تتولى جرشها لتحوّلها إلى عصيدة للأكل. أما معدّل محصول الذرة فيقدّر بـ ١,٣ طن للهكتار الواحد.

أما الطرق الزراعية المتبعة ضمن حزام الذرة^(٣)، في الولايات المتحدة الأميركية، فمختلفة. فبعد قطف الذرة مباشرة في الحريف، يطمّر مزارعو ولاية أيوا بقايا النبات أو الحذامة^(٤) في التربة. وفي الربيع، يحرثون الأرض ثانية، مستعملين آلات مجهزة بمجاذيف أو أقراص فولاذية حادة الأطراف تدعى الأقراص الممهدة، وهي تغرز في التربة وتقطعها إلى أجزاء صغيرة لتزودها بالهواء؛ بعدها، يأتي الحواري كيزري الحبوب بواسطة الشّارة الجرّارة التي تحفر الأثلام وتملأها ببذور الذرة العالية الإنتاج، ثم تغطيها بالتربة. وعندما تنبت البذور، تتولى آلة أخرى حقن التربة بالمخصّبات. بعدها يأتي دور المزارع، فيقتلع الأعشاب الضارة بواسطة محراث الجرّار، وذلك خلال الموسم الزراعي.

ويمتلك مزارع ولاية أيوا من زراعة حوالي ٤٠ هكتاراً من الذرة وحدها. وتسمى هذه الزراعة بالزراعة الأحادية، أي مزاوله زراعة الصنف الواحد. ويستعمل المزارع في الحصاد، الحصادة الآلية التي تلتقط أكواز الذرة، وتزنع حباتها وتفرغها داخل مخزن خاص. أما معدّل الحصاد فيقدّر بحوالي ثمانية أطنان لكلّ هكتار. أما معدّل جني الحصاد في الساعة الواحدة فيقدّر بـ ١٠٦ هكتار، ويستخدم معظم حبوب الذرة لإطعام المواشي والدواجن.

اختلاف العناية العلميّة بالحيوانات

تعتبر الحيوانات الداجنة في أكثرية دول العالم مصدراً هاماً للطعام. لكنّ العناية بها تختلف من دولة إلى أخرى. فبلايين الحيوانات الداجنة من الأليكة^(٥) Alpacas في البيرو، إلى الدرياني^(٦) Zebus في الهند، تنشأ وترعى بأشكال مختلفة. ففي نيجيريا مثلاً، تحكّر قبيلة فولاني Fulani ٨٠٪ من القطعان. وهي قبيلة عاة رحّل تنتقل من مرعى إلى آخر، وتغذي قطعانها بالحشائش والشجيرات

(٢) البنهوت: نبات يُستخرج من جذوره نشاء معدّ.

(٣) حزام الذرة: منطقة في شرق ووسط الولايات المتحدة، مزروعة بالذرة تمتدّ في الولايات التالية: غرب أوهيو، إنديانا، إلينوي، أيوا، جنوب مينيسوتا، شرق داكوتا الجنوبية، شرق نبراسكا، شرق كانساس وشمال مسوري.

(٤) الحذامة: ما يبقى من الزرع بعد الحصاد.

(٥) الأليكة: حيوان ثديي في أميركا الجنوبية، شبيه بالحروف، طويل الصوف وناعم.

(٦) الدرياني: حيوان ثديي من الفصيلة البقرية، على غاربه سنام.



الخيول الضخمة تفلح الأرض في وينكاتون في إنجلترا

أكثر بخمسين مرّة من مثيلاتها المزروعة في التربة العادية.

أما الرعاية المائية فهي مبدئياً تربية الأسماك والأصداق، والتي اعتمدتها مصر والصين والهند منذ آلاف السنين، وتمازس اليوم في البرك الإصطناعية والبحيرات والخيطات وغيرها من المستوجبات المائية في العالم. واتخذ بعض أشكال هذه الزراعة طابعاً صناعياً هاماً، كتربية القريدس في عدّة بلدان آسيوية، وفي أميركا اللاتينية وجنوب الولايات المتحدة الأميركية.

الثروة الخضراء

خلال الخمسينات والستينات، طوّر العلماء سلالات جديدة من القمح والأرز الكثير الإنتاج، وأدخلوها إلى المكسيك وأجزاء من آسيا، ما رفع من مستوى إنتاج هذه المناطق. وتمكّنت الدول المنتجة للحبوب بكتافة كالهند وأندونيسيا والفيليبين، من تكديس الفائض منها في معظم السنوات. وسُمّيت هذه التجربة بالثروة الخضراء.

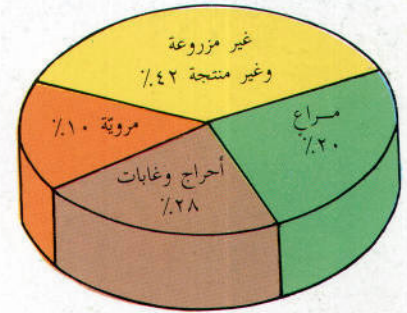
ورافق نجاح الثروة الخضراء مشاكل غير مرتقبة، فإنتاج سلالة الحبوب المعطاءة العجائبة يتطلب الريّ والمخصّبات الكيميائية ومضادات الأوبئة، ما أثقل كاهل صغار المزارعين ممّن تبنّوا التقنية الحديثة وأبعدهم عن المضاربة مع المزارعين الأثرياء. فانتهى بهم الأمر إلى خسارة أراضيهم.

في عملية الإستيلاء الموجّه (تحسين النسل)، فالمستولدون استعملوا مثلاً التلقيح الصناعي لإنتاج الأبقار الحلوب والتي تدرّ كميات أكثر من الحليب.

ومع بداية السبعينات، وجد العلماء أنّ بإمكانهم إعادة ترتيب المورثات في الخلايا وإضافة مورثات جديدة لتعزيز إنتاج المحاصيل والمواشي وتحسينها ضدّ الأمراض، وتسمى هذه العملية بهندسة علم الوراثة Genetic engineering، وهي تستعين مثلاً بمورثة جديدة لتطعيم الفروالة (الفريز) بقصد زيادة مناعتها ضدّ الصقيع، وبالتالي تمديد فصل إنتاجها.

كما أنّ تطوير لقاحات المواشي، إضافة إلى العلف المغذي، أدّى إلى اختصار التكاليف والعناية العلميّة بالدواجن، وهذا يظهر بوضوح في تفوّق الحيوانات المعاصرة على أسلافها في النمو والإنتاج. فالدجاجة البيضاء تنتج حوالي ٢٥٠ بيضة في السنة، بينما سجلت التقارير أنّ مثيلاتها في حدود الخمسينات أنجبت ٥٠ إلى ١٥٠ بيضة سنوياً.

وتشمل الزراعة أنواعاً جديدة من التعهّد الزراعي كالأستنبات المائي Hydro Culture والرعاية المائية Aqua Culture، وكلاهما يعتمد على الإنتاج المائي. فالإستنبات المائي هو زراعة النبات في محلول مائي معدّ، يكفي ٠,٤ هكتار من هذا المحلول لإنتاج كمية من الخس



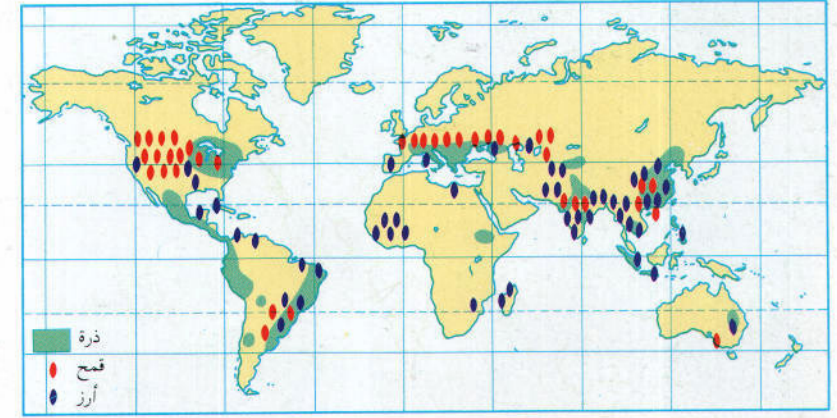
استعمال الأرض: يظهر الرسم البياني الوضع الحالي لاستعمال الأرض، وهو نتيجة تغيير الإنسان لحيطه؛ على سبيل المثال، إنّ الغابات التي كانت تغطي نصف سطح الأرض تقريباً، قد أيدّت في معظمها لتستعمل أرضها في الزراعة. والواقع أنّ هذه النسب تظهر وجود لاتوازن خطير: يتشكّل معظم الأراضي غير المزروعة وغير المنتجة من أراض صحراوية تزداد بفعل انحسار المراعي (ظاهرة التصحر).

التقنية الزراعية

مع التعمّق في دراسة السمات التي يرثها الكائن الحي وكيفية انتقالها بشكل علمي، تمكن العلماء من انتقاء الخصائص المطلوب إعادة إنتاجها، بغية تحسين أنواع النبات والحيوان؛ فالتقنية الحديثة أحدثت ثورة



المحاصيل



القمح: يرجع موطن القمح الأصلي إلى جنوب غرب آسيا، وهو يزرع اليوم في كل مناطق العالم.



الذرة: نبات عشبي موطنه الأصلي وسط أميركا الجنوبية. ويستعمل القسم الأكبر من الإنتاج علفاً للحيوانات.

الأرز: هو الطعام التقليدي، وأحياناً الوحيد، لعدد كبير من الشعوب الآسيوية. ويتطلب الأرز درجات حرارة مرتفعة والكثير من الرطوبة.



هذه المشكلة لن تُحل ما لم تحصل الدول المعنية على الإمكانيات اللازمة لزراعة حاجاتها من الطعام أو الحصول على المال الكافي لايتباعه من الأسواق العالمية. وقد تمكن هذه الدول من تحقيق أهدافها عن طريق تطبيق الطرق العلمية في الزراعة بشكل دائم.

فمن خلال الاستيلاء الموجّه وهندسة علم الوراثة، يطوّر العلماء اليوم أنواعاً جديدة من المحاصيل العالية الإنتاج، والتي لا تحتاج إلى الكثير من مياه الريّ ومضادات الحشرات أو المخصّبات، والتي تنمو في المناخات الباردة والحارّة على السواء. وإضافة إلى ذلك، يحاولون تطوير محاصيل تشبه الفاصوليا والبايلا بطريقة امتصاصها للنيتروجين من الهواء وإنتاجه في التربة، ممّا يخفّض من استعمال المخصّبات الغالية الثمن. مع ذلك، لن يتمكن علم الزراعة بمفرده من حلّ مشاكل المجاعة في العالم.

لكنّ حكومات البلاد النامية قادرة على تغيير الوضع عن طريق حتّ المزارعين على زيادة إنتاجهم بتأمين المستلزمات الضرورية كرفع أسعار المحاصيل، وتعليم المزارع أساليب الزراعة المتطورة وإقراضه المال اللازم للإستعانة بالتكنولوجيا الحديثة والمخصّبات والأدوات الزراعية، كما يمكنها تحسين دورة التوزيع

تعبئة خزانات الحبوب على ضفة نهر الميسيسيبي في ولاية ايوا في الولايات المتحدة الأميركية



الحبوب هي يزور بعض الأعشاب، الصالحة للأكل. زراعات الحبوب الأكثر شيوعاً هي زراعات الأرز والقمح والذرة. وهناك أيضاً الذرة البيضاء والدخن والجاودار والشعير والشوفان وغيرها. في جميع أنحاء العالم، تبقى الحبوب أكثر المنتجات الغذائية الرئيسية أهمية: ثلاثة أرباع السعرات الحرارية التي يستهلكها الإنسان تأتي من الحبوب، وتغذي الحبوب أيضاً الماشية، كما توفر المواد الخام للمواد المصنعة كالورق والمعجونة ومواد التجميل.

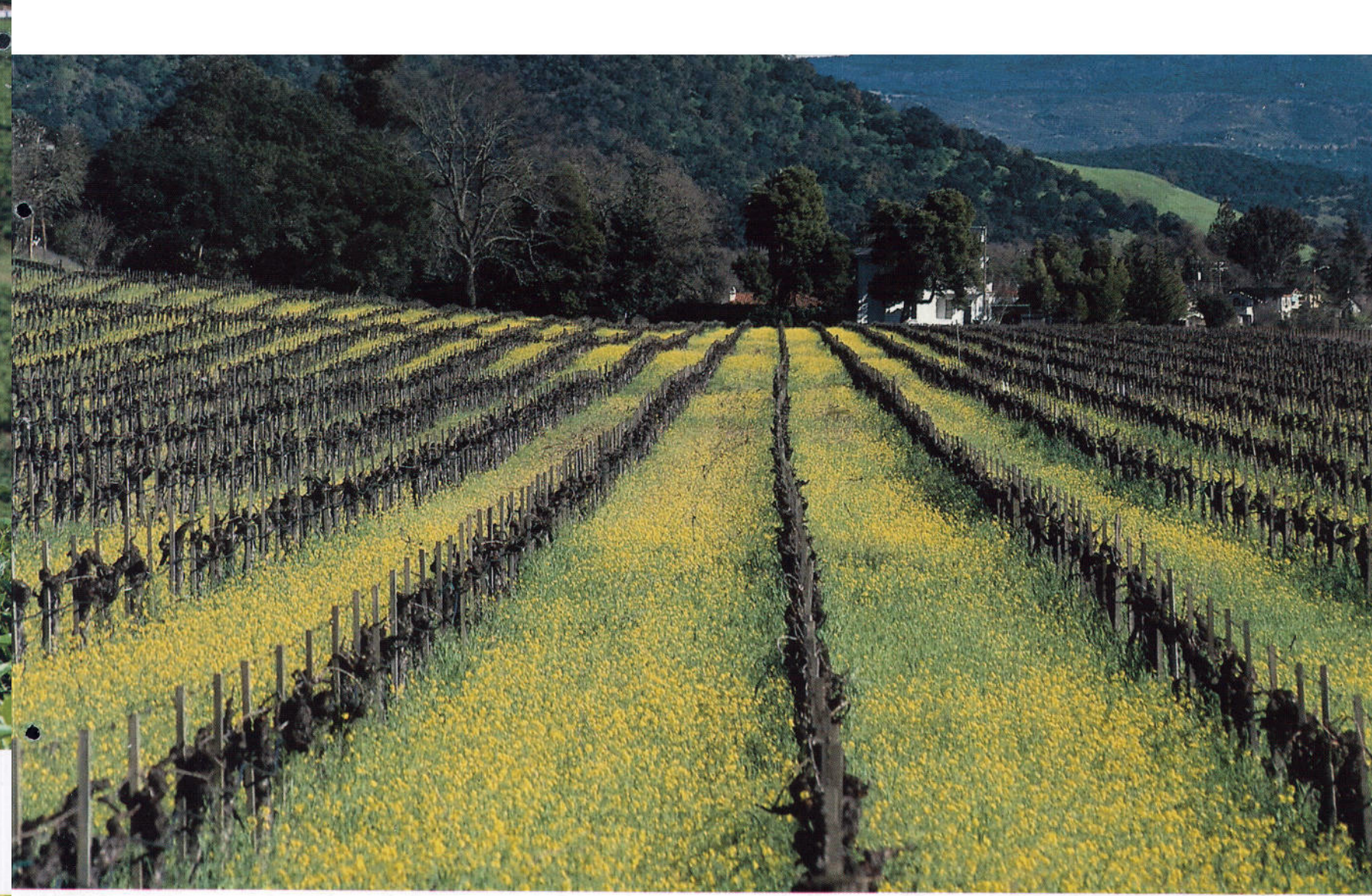
تعنى الزراعة بتخصيص الأراضي لنمو المحاصيل وتربية المواشي. يوفر هذا القطاع معظم الغذاء العالمي تقريباً. يقيم معظم سكان الدول النامية في مزارع توفر لهم مورداً للرزق، وتعطيهم أكثر بقليل ممّا تحتاجه عائلاتهم من المواد الغذائية. وينطبق العكس على الدول المتطورة. لا يزال الزراعة في الولايات المتحدة سوى ٢,٥ بالمئة من السكان؛ وبالرغم من ذلك، يمكنهم توفير كميات ضخمة من الغذاء. وتبرز التقنية المتقدمة كعامل رئيسي في ازدهار تجارة الزراعة فيها.





قطاف أوراق الشاي في جافا في أندونيسيا

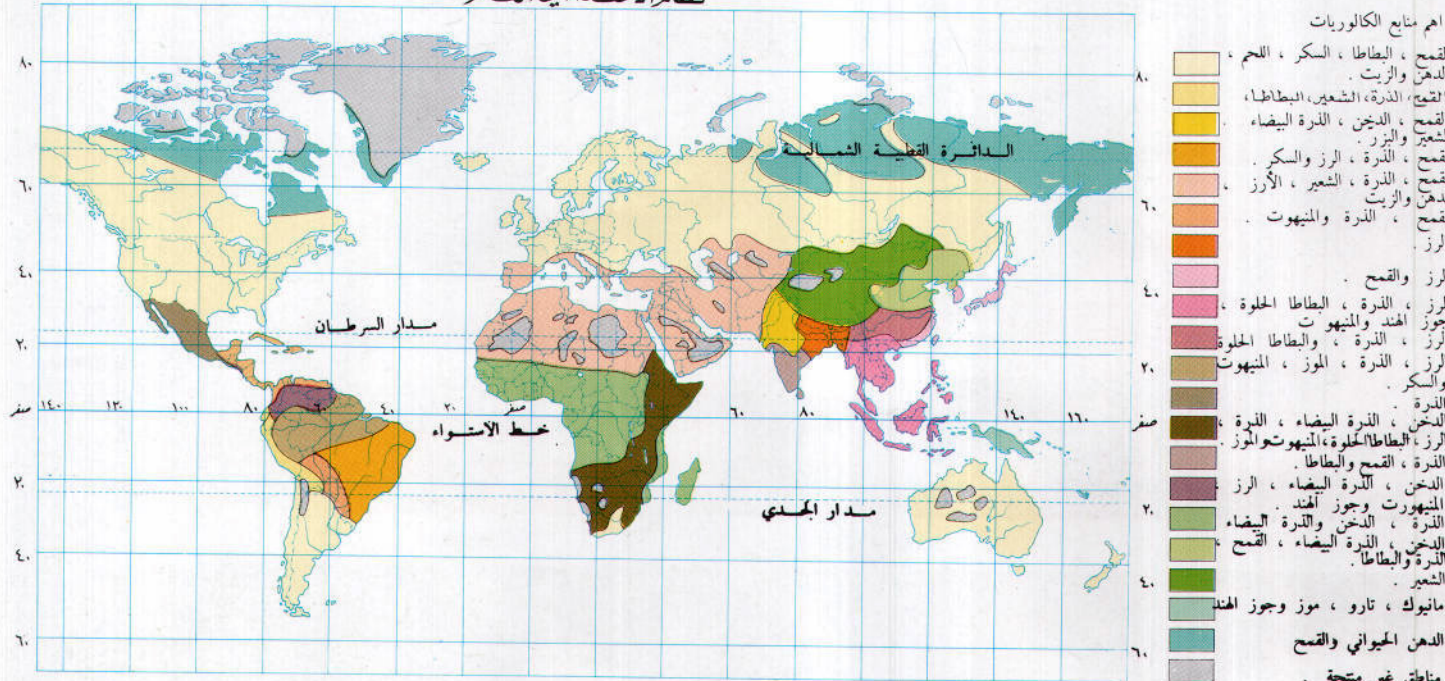
عمال يقطفون الدخان في كوبا



الفصل النبوتي هو تلك الفترة من العام التي تنمو فيها المحاصيل وغيرها من النباتات بنجاح. ويختلف طوله بين مكان وآخر. ففي المناطق المدارية، يمكن لهذه الفترة أن تدوم طوال العام، أو يمكن أن تكون رهناً بفصل ممطر. وفي المناطق المعتدلة والقطبية، يكون الفصل النبوتي رهناً، إلى حد بعيد، بدرجات الحرارة، ويمكنه أن يدوم بين أقل من شهرين إلى أكثر من ستة أشهر. كما يؤثر الارتفاع أيضاً على الفصول النبوتية: إن الارتفاعات العالية تعني، عموماً، فترات أقصر والارتفاعات المنخفضة، فترات أطول. يحتاج معظم المحاصيل إلى فصل نبوتي لا يقل عن ٩٠ يوماً. في المناطق المعتدلة، يحسب الفصل النبوتي عادة بإجراء حساب معدل عدد الأيام الواقعة بين آخر صقيع كثيف في الربيع وأول صقيع قاس في الخريف.



نظام الاغتذاء في العالم



الغذاء هو إحدى الضرورات الأساسية في الحياة. يحتوي الطعام على المواد المغذية الضرورية جداً لنمو وتجدد أنسجة الجسم والحفاظ عليها، والضرورية أيضاً لتنظيم العمليات الحيوية. تؤمن المواد المغذية الطاقة التي تحتاجها أجسامنا كي تؤدي وظائفها. تقاس قيمة الطاقة الموجودة في الطعام بواسطة وحدات تدعى وحدات حرارية. يحدد العمر، الجنس، الوزن، الطول ودرجة النشاط، عدد الوحدات الحرارية التي يحتاجها الإنسان كل يوم.

الغذاء

أنواع المواد الغذائية

يقسم العلماء المواد الغذائية إلى عدة مجموعات: الكربوهيدرات، الدهون، البروتينات، المعادن والفيتامينات. **الكربوهيدرات:** تزود الجسم بالطاقة، وتأتي غالبية التي نأكلها، من النباتات. إنها تتضمن النشويات الموجودة في النباتات المنتجة للحبوب، وفي البطاطا والبطاطا الحلوة، والسكريات الموجودة في الفاكهة، الخضر، والحليب. يُزرع قصب السكر والشمندر السكري من أجل محتوَاهما من السكر بشكل خاص. لقد تحول الكثير من النشويات والساكر التي نأكلها إلى منتجات كالطحين والسكر الأبيض.

الدهنيات: إنّ الطاقة التي تزود الدهنيات الجسم بها تفوق الطاقة التي تؤمنها الكربوهيدرات بمزتين أو أكثر، وهي تساعد أيضاً على حماية وعزل الجسم وأعضائه. وهي تتضمن زيوت النباتات كفول الصويا، بذرة القطن وزيت الذرة. وتُستعمل هذه في الطبخ وفي تصنيع الكثير من الأطعمة. تشمل دهنيات الحيوان على الزبدة، والدهنيات المتواجدة في البيض، الحليب، الجبن، اللحوم، الدجاج والسمك.

البروتينات: تتواجد البروتينات في جميع الأطعمة تقريباً، ولكن بكميات متفاوتة. إنها بناءة الخلايا الرئيسية في الجسم، وتساعد أيضاً على المحافظة على عافية الجلد، العظام، العضلات والدم. وهي تساهم كذلك في

تنظيم العمليات التي تجري في الجسم كنقل الأكسجين والمواد الغذائية داخل وخارج الخلايا، وتخثر الدم وتشكل الأجسام المضادة^(١) التي تساعد على مكافحة المرض. وتؤمن البروتينات الموجودة في اللحم، السمك، الدجاج، البيض ومنتجات صناعة الألبان والأجبان، جميع الكميات المتوازنة التي يحتاجها الجسم. وكذلك فإنّ البروتينات النباتية، كتلك التي توجد في الحبوب، الجوز، وبعض أنواع الفاصوليا، تؤمن كميات كافية من البروتينات عندما تؤكل مع مأكولات أخرى ملائمة.

المعادن والفيتامينات: تدعى المعادن والفيتامينات مواد غذائية صغيرة نظراً لأنّ الجسم يحتاجها في كميات صغيرة جداً بالمقارنة مع الكربوهيدرات، الدهون، والبروتينات. وتؤمن المعادن المواد البناءة للجسم، وتساعد على تنظيم نشاطاته تماماً كما تفعل البروتينات. فمثلاً، بيني الكالسيوم والفوسفور عظاماً وأسناناً قوية، ويساهم الحديد بوجود دم معافي، ويساعد اليود في تأمين غدة درقية^(٢) Thyroid تؤدي وظيفتها. أما الفيتامينات فهي تساعد الجسم على استعمال المواد الغذائية الأخرى بشكل كامل، وذلك بمعاونة التفاعلات الكيميائية التي تجعل هذه المواد تعمل.

يحتاج الجسم إلى ضروريات أخرى من أجل سلامته، وهذه تشمل الماء، الأكسجين، والألياف؛ يدخل بعض العلماء الماء في لائحة المواد الغذائية الأساسية. وهو يشكل أكثر من ٥٠٪ من الجسم ويدخل في معظم

عملياته، كتنظيم الحرارة، نقل المواد الغذائية إلى الخلايا، وإزالة الفضلات منها أيضاً. بما أنّ الأكسجين يُستنشق ولا يؤكل، فإنه ليس مادة غذائية؛ ولكنه ضروري جداً للحياة، فهو يسمح بانتقال الطاقة من الطعام إلى الجسد. النسيج الليفي هو مادة عسرة الهضم موجودة في معظم الأطعمة النباتية. تعطي الألياف أهمية إلى الغذاء وتساهم في المحافظة على سلامة الإمعاء. من بين المأكولات الغنية بالألياف، الحبوب الكاملة، والفاصوليا المجففة، والفاكهة والخضر الطازجة.

النباتات المنتجة للحبوب

كانت البتة المنتجة للحبوب مصدر الطعام الرئيسي لجميع الحضارات. أكثر الحبوب زرعاً اليوم هي القمح، الأرز والذرة. الذرة البيضاء، الدخن^(٣)، الشعير، الشوفان^(٤)، والجاودار Rye هي حبوب مهمة أخرى.

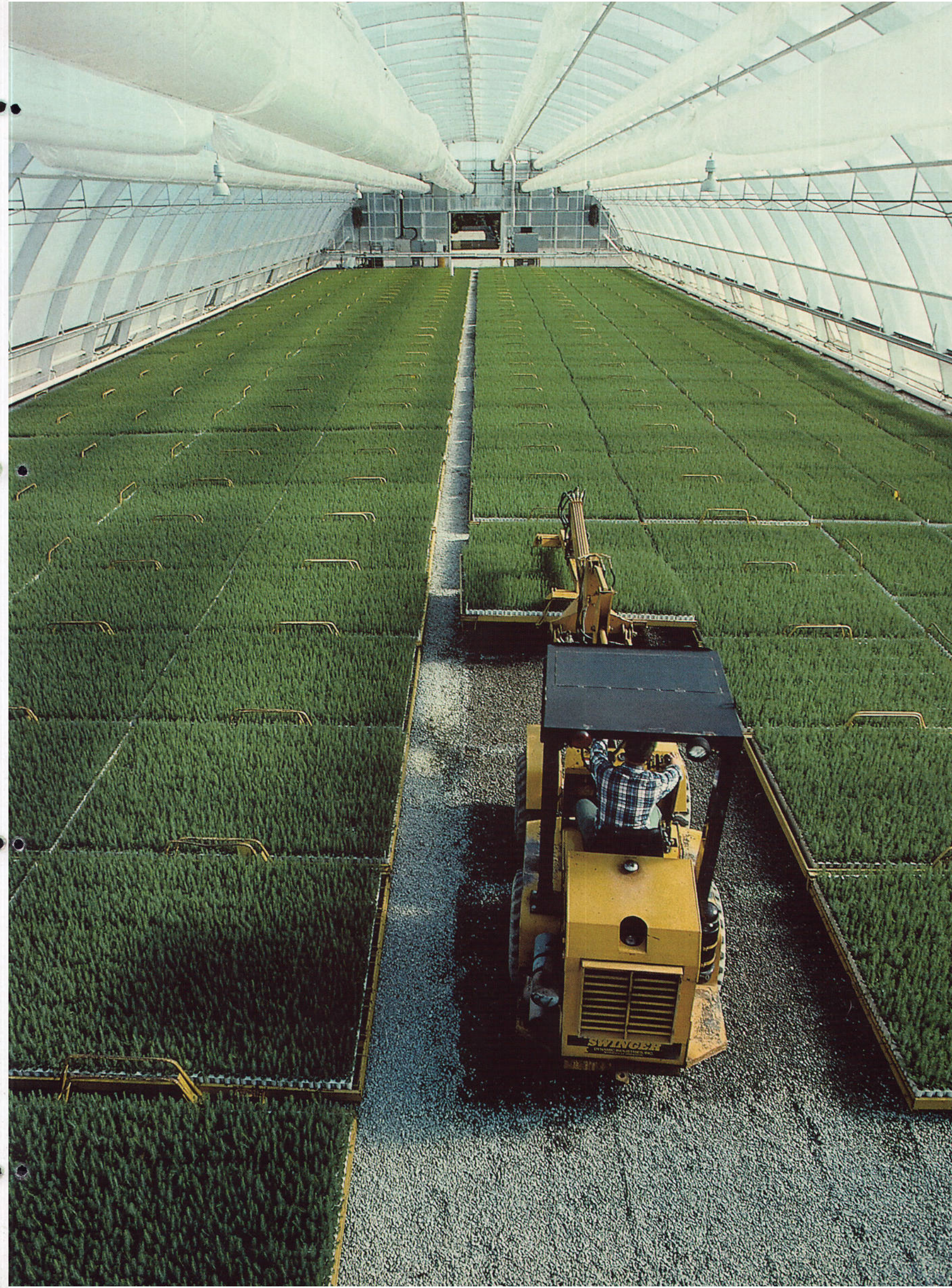
النباتات المنتجة للحبوب هي أهم القياسات في العالم أجمع، بمعنى أنّها تؤكل بانتظام وفي كميات كبيرة. إنها تؤمن ثلاثة أرباع الوحدات الحرارية، والكثير من الكربوهيدرات والبروتينات التي تستهلكها شعوب العالم. ليست النباتات المنتجة للحبوب والمنتجات المصنوعة منها مجرد غذاء للشعوب، ولكنها تشكل أيضاً قوتاً للدواجن كالمواشي والدجاج.

(١) الجسم المضاد: مادة تتكون في الجسم لمقاومة الجراثيم.

(٢) الغدة الدرقية: غدة صماء في العنق.

(٣) الدخن: جنس نبات عشبي من الفصيلة النجيلية يُزرع لحبوه المستعملة كغذاء للإنسان والحيوان.

(٤) الشوفان: نبات عشبي يُزرع لحبه الذي يُستعمل علفاً للحيوانات كالأحصنة، وغذاء ثانوياً للإنسان.



الزراعة في الخيام، تساعد على ازدياد الحرارة التي يتطلبها بعض أنواع المزروعات.



شجرة الزيتون: هي من أهم الأشجار المنتجة للزيت وهي شجرة نموذجية في المنطقة المتوسطية تتكيف بشكل جيد مع التربة الفقيرة والقاسية.



الكرمة: نبات خشبي معترش، تؤكل ثماره طازجة (أكثر قليلاً من ١٠٪) أو تستعمل في صناعة النبيذ.



قطعان من الغنم في أستراليا: تملك أستراليا أكبر عدد من الأغنام في العالم ويستعمل هذا النوع من تربية الماشية لإنتاج الصوف واللحم.



الرعي: هو عملية الاهتمام بمجموعات جؤالة من القطعان في أنحاء منطقة واسعة. بدأ الرعي منذ حوالي ١٠,٠٠٠ سنة، عندما دجن صيادو حقبة ما قبل التاريخ حيوانات برية كالغنم والماعز التي تعيش وترتحل معاً، ضمن مجموعات في بيئتها الطبيعية. عرف الصيادون أنهم بالسيطرة على الحيوانات التي كانوا يطاردون في السابق، يحصلون على مصادر يعولون عليها كاللحم والحليب ومنتجات الحليب والجلود للخيم والملابس.

يشتمل الرعي اليوم على الواجبات الأساسية نفسها التي كانت تمارس في عصور ما قبل التاريخ، ويتخذ بعض سكان الأرض التجوال مع قطعانه، طريقة للعيش. يُعرف هؤلاء الناس بالبدو أو بالرعاة الرحل، ويطوفون في مجموعات قبلية صغيرة أو عائلية كبيرة، دون أن يكون لهم مقر أساسي ثابت. يعيش البدو في الأجزاء القاحلة ونصف القاحلة من أفريقيا وآسيا وأوروبا، وكذلك في مناطق التندرة في آسيا وأوروبا. يعتاش بدو أفريقيا من الماشية، الماعز والغنم والجمال، بينما يعتمد بدو التندرة عموماً على حيوانات الرنة (نوع من الأيائل) المدجنة. وتربى في يومنا الحاضر حيوانات أخرى مثل الأحصنة وثيران المسك وحيوانات اليك (نوع من الثيران، طويل الصوف).

البطاطا هي الإتحاد السوقياتي السابق، الصين وبولونيا وتتضمن الدرنات الإستوائية المهمة البطاطا الحلوة، المنيهوت والقلقاس.

البقول، اللحوم، الطيور الداجنة، السمك والبيض

البقول هي نباتات تُزرع من أجل حبوبها الصالحة للأكل أو من أجل بذورها. فالباذلاء، الفاصوليا الليمية^(٦) Lima Beans، فول الصويا، فسق العبيد، والعنبد هي بقول. يشمل العلماء البقول مع اللحوم والأغذية الأخرى في هذه المجموعة لأنها تؤكل لاحتوائها على البروتينات. إضافة إلى ذلك، إنها تمد الجسم بالحديد، والمعادن الأخرى، والقيتامينات.

البذور، أو ما يُعرف بالصلوات بالنسبة لبعض النباتات. فالجزر، الفجل، والشمندر مثلاً هي جذور؛ أما الملفوف، الكرفس، الخس، والسبانخ فهي أوراق أو سويقات؛ وتعتبر رؤوس البركولي^(٧) Broccoli سويقات النبتة المزهرة التي على رأسها مجموعات كثيفة من براعم الزهور؛ الهليون هو ساق؛ أما بالنسبة للخيار، الباذنجان، والبنندورة فإنها تحتوي على بذور النبتة؛ ويعتبر الثوم، الكراث والبصل بصلات. إن الخضضر مصادر جيدة للألياف، المعادن والقيتامينات.

بعض النباتات التي تُعرف بالدرنات، يملك نوعاً خاصاً من السيقان النامية تحت سطح الأرض التي يمكن أكلها طازجة كنبات من الخضضر أو استعمالها كعنصر في أطباق أخرى. في المناطق المعتدلة، البطاطا هي أهم الدرنات. أهم الدول التي تزرع

(٦) البركولي: نوع من القيقب (القرنيط).

(٧) الفاصوليا الليمية: نوع من الفاصوليا، يزرع في أميركا خصوصاً، حيث كل حبة أخضر أو يابساً.

تربية الماشية وصيد الأسماك



صيد التّن: يعيش سمك التّن، الذي يسمى وراءه الصيادون لطراوة لحمه ولذّة طعمه، على عمق كبير جداً. في الربيع، تتجمع أسماك التّن في قطعان لتتوالد وتضع إلى السطح حيث يقع الكثير منها في شباك الصيادين. يستعمل الصيادون مجموعة من الشباك تمرّ الأسماك عبرها حتى تصل إلى آخر شبكة، وهي معروفة باسم غرفة الموت، حيث يتم أخيراً اصطيادها.



أنواع الغذاء

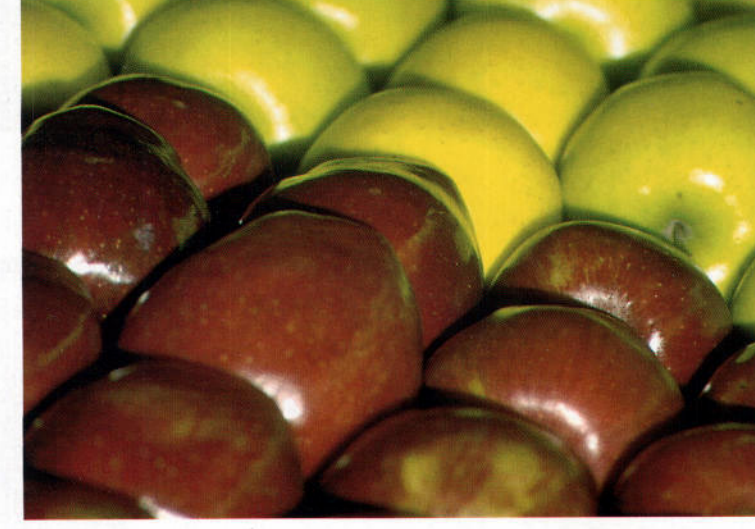
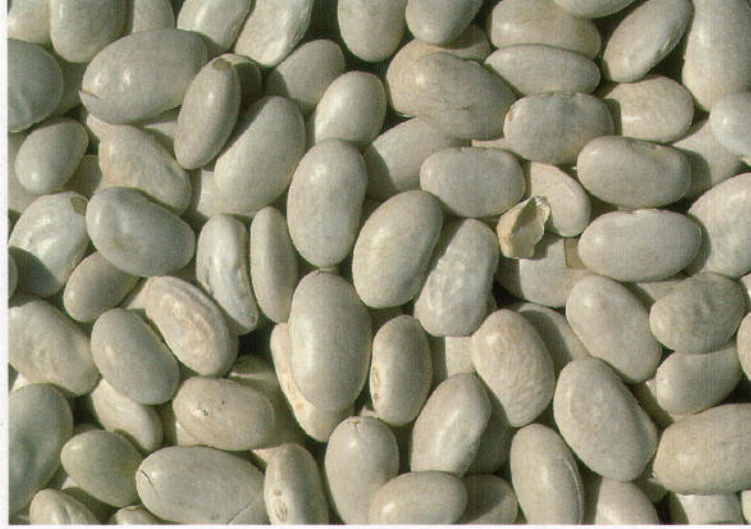
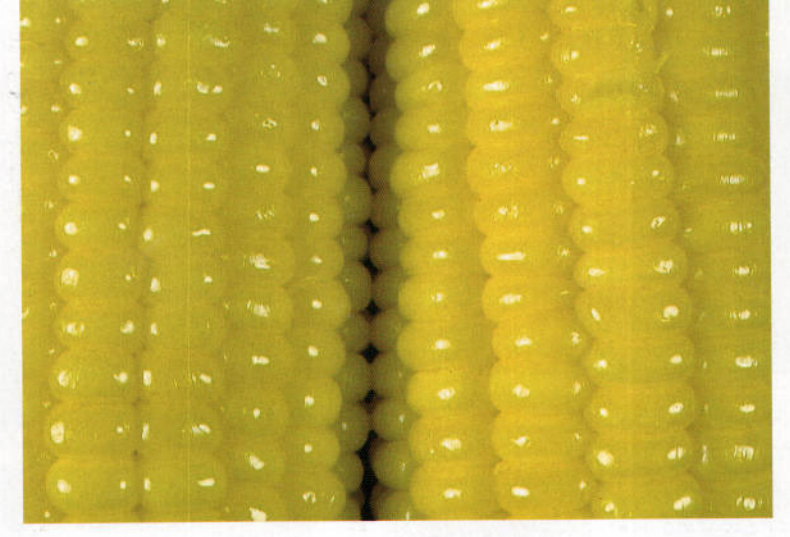
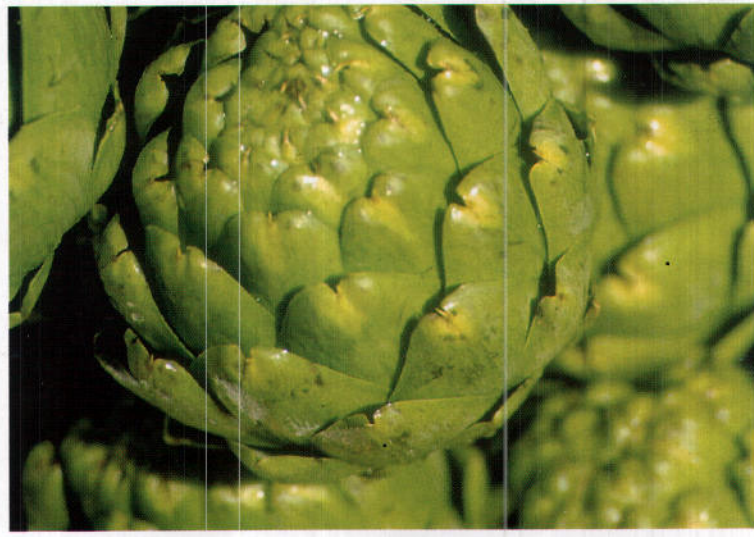


أنواع أخرى من الحبوب، وتعتبر مهمة في الكثير من المناطق. ينمو الشعير في مدى واسع من المناخات، ويُستخدم بالقدر نفسه التي تُستعمل فيه الذرة البيضاء والدخن. لقد تأخرت الشعوب في تأهيل الشوفان والجاودار، اللذين بإمكانهما أن يتحملا البرد أكثر مما تستطيع الحنطة، واللذين غالباً ما تُزرعان في الشمال الأبعد. يُستعمل الشوفان بشكل أساسي كطعام للماشية، ولكنه قد يُستهلك أيضاً كدقيق الشوفان وبعض أطعمة الفطور المصنوعة من الحبوب. ويحتل الجاودار المرتبة الثانية بعد الحنطة في استخدامه كطحين خبز؛ وغالباً ما يُمزج الإنسان سوية في صنع الخبز. إن الخبز المصنوع من الجاودار وحده، والذي يُدعى الخبز الأسمر، رائج في مناطق عدّة في أوروبا.

الفاكهة والخضضر

تحمل كلمة «فاكهة» معاني عدّة. بالنسبة لعالم النبات، تعني جزء النبتة الذي يحتوي على البذور. الفاكهة الطازجة غنية بالكاربوهيدرات، القيتامينات، المعادن، والألياف؛ يمكن حفظها عن طريق التجليد، التعليب، أو التجفيف. يصنّف العلماء الفاكهة إلى مجموعات،

(٥) البتايا: شجر أميركي استوائي من فصيلة البتياوات ذو ثمر أصفر ضخم مستطيل.



أنواع الغذاء

الزراع قصيرة، يعتمد الناس على المحاصيل التي تنضج بسرعة كالبطاطا. أما في البلاد المنخفضة الدافئة الرطبة حيث تحتفظ التربة بالماء، فغالباً ما يكون الأرز غذاء قياسياً.

ولقد ساعدت الوسائل المتطورة في تصنيع الطعام، حفظه، تخزينه وشحنه، الناس على الاستمتاع بالأطعمة المنتجة بعيداً عن مواطنهم.

تؤثر العوامل الاقتصادية على ما يأكله الناس. ففي الدول المتطورة، يملك الناس مالاً كافياً لشراء مجموعات متنوعة من الأطعمة الغذائية. ولكن حتى في الدول الغنية، هناك الكثير من الناس الفقراء الذين لا يتمكنون من شراء هذه الأطعمة لأن الموارد لا توزع بشكل متساو بين السكان.

في الدول النامية، حيث غالبية الناس فقراء، تعكس الأغذية مستوى المدخول. فيأكل الناس فيها في المقام الأول الحبوب والنشويات الأخرى، ولكنهم غالباً ما لا يحصلون على الغذاء الكافي.

إذا أُلقيت نظرة على الأطعمة في أجزاء مختلفة من العالم، نجد تشكيلة منها. مثلاً، في الولايات المتحدة، تروج شرائح اللحم، الهامبرغر، لحم الدجاج، والبوظة والطبق القومي في البرازيل هو الفيجوادا

الزخافات كالسلاحف والتماشيخ. وجدير بالذكر أن بيض بعض الأسماك وخصوصاً الحفش، يحضر كالأطعمة المترف المعروف بالكافيار.

الحليب ومنتجات صناعة الألبان والأجبان

إن غالبية الحليب، القشدة، الزبدة والجبن، في عدة أجزاء من العالم هي منتجات من أبقار مزارع صناعة الألبان والأجبان. في بعض المناطق، تؤمن الماعز، الجمل، الرنة Reindeer، الخراف، البك، وجاموس الماء منتجات الحليب. تختلف الحال في أنحاء عدة من آسيا حيث استهلك الناس على نحو تقليدي الحليب المصنوع من فول الصويا عوضاً عن حليب الحيوانات. في أمانة أخرى، يؤمن الحليب ومنتجات مصانع الألبان والأجبان، السروتنينات، والكربوهيدرات، والدهنيات، والفيتامينات الرئيسية والمعادن.

تتفاوت أغذية الشعوب من دولة إلى أخرى، وأيضاً ضمن حدود الدولة الواحدة. تنتج الاختلافات جزئياً بسبب الفوارق الجغرافية، فمثلاً يميل الناس الذين يعيشون قرب المحيط إلى الإكثار من أكل السمك. في الأقاليم الباردة حيث فصول

العالم، وتزود الجسم بالفيتامينات المهمة والمعادن أيضاً. يأكل الناس السمك إما نيئاً أو مطبوخاً، ويحفظونه عن طريق التعليب، التجليد، التجفيف، التمليح، وتتم معالجته بتعريضه للدخان، أو حفظه مخللاً. يأتي معظم الأسماك والمحار التي يأكلها الناس من المحيطات والبحار، أما الباقي فيأتي من كتل داخلية في الماء العذب، ومن مزارع الأسماك حيث تربي تجارياً. أذن البحر^(٩) Abalone هو غذاء بحري رائج على الشاطئ الغربي للولايات المتحدة وفي اليابان. يؤكل المحار في جزر فلوريدا كيز وفي جزر الأنتيل. أما الأنقليس (حنكليس)، الأخطبوطات، الحبار^(١٠) Squid، بلح البحر^(١١) Mussel، وزعانف سمك القرش فإنها تؤكل أيضاً في بعض أجزاء العالم.

ويُعتبر البيض مصدراً للبروتينات، والدهنيات، والمعادن، والفيتامينات. إن بيض الدجاج رائج في جميع أنحاء العالم. يأكل الناس أيضاً بيوض طيور أخرى، كالبط والزقراق (طير مائي)، وكذلك بيوض

كلمة «اللحوم» تشير إلى الأجزاء الصالحة للأكل من الثدييات كالماشية؛ إن اللحم غذاء غني بالبروتين ومواد مغذية أخرى أيضاً وأنواعه هي: لحم العجل، لحم الحمل، لحم الضأن. وفي بعض أنحاء العالم، يُستخدم جاموس الماء، الجمال، الماعز والياك^(٨) Yak كمصادر للحوم، كما هي الحال مع الحيوانات البرية كالأرانب والأياثل.

عبارة «الطيور الداجنة» تشير إلى الطيور المدجنة التي تربي من أجل لحمها وبيضها. لحم الدجاج هو مصدر غذاء رئيسي لمعظم شعوب العالم، وتربية الدجاج هي صناعة رئيسية في الكثير من الدول، من بينها الصين، الولايات المتحدة، والإتحاد السوفييتي السابق. وتربي كذلك، من أجل الغذاء، طيور البط، الديوك الرومية، الإوزات، والدجاج الحبشي في عدة أجزاء من العالم.

السمك والمحار هما غذاءان معروفان في عدة مناطق. تؤمن الأسماك حوالي ١٥٪ من البروتينات الحيوانية التي تستهلكها شعوب

(٨) الباك: ثور التبت الضخم الطويل الصوف.

(٩) أذن البحر: حيوان بحري من الرخويات.

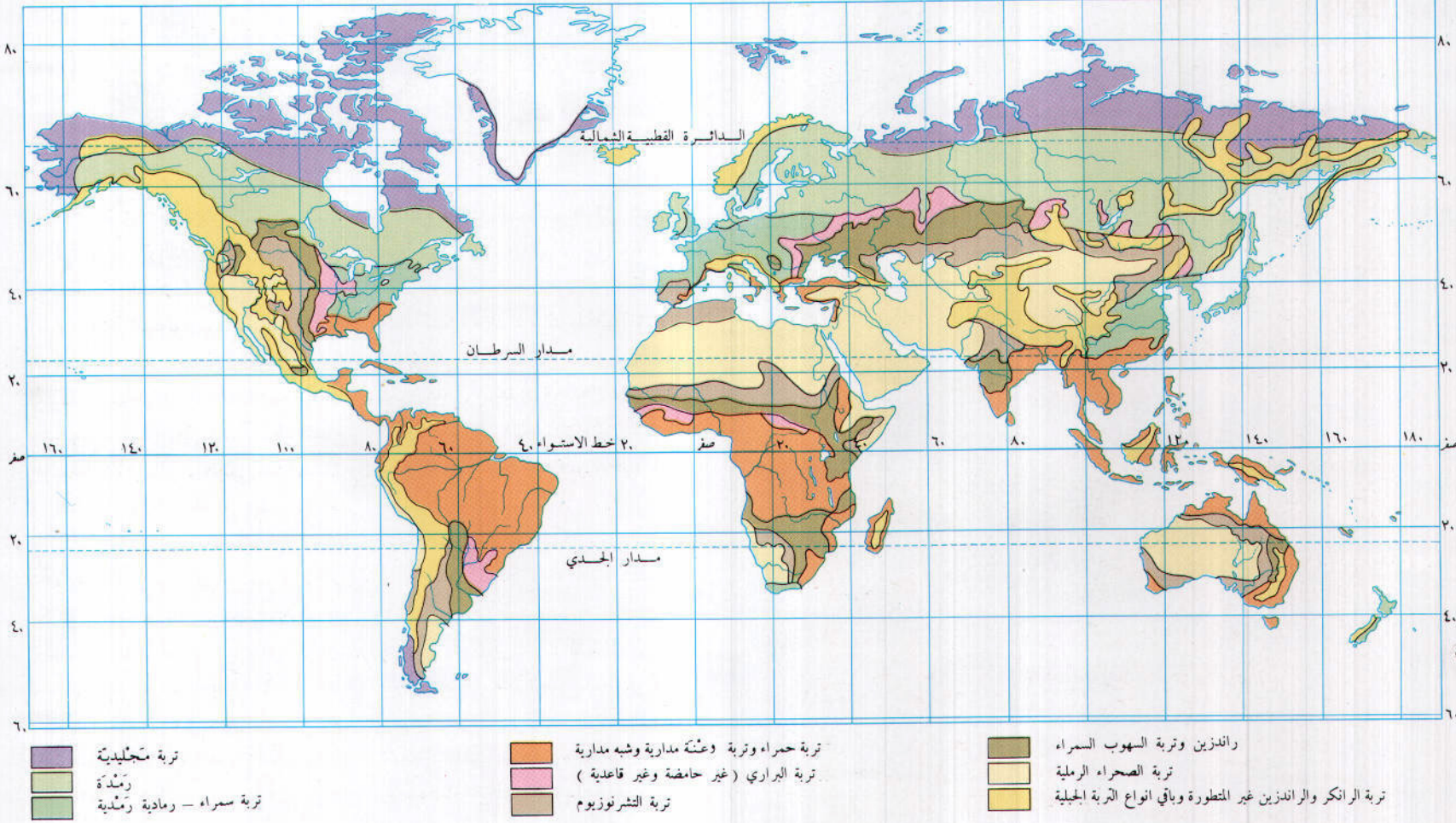
(١٠) الحبار أو السبيدج: حيوان رخوي من رأسيات الأرجل.

(١١) بلح البحر: نوع من الرخويات، جنس محار.



أنواع الغذاء.

أنواع التربة



أفيسول لأنها تحتوي عدداً أقل من المواد المغذية الأساسية.

فيرتيسول Vertisols: تحتوي مقادير كثيرة من الصلصال. وتتكون في مناخ تتوالى فيه الفصول الرطبة والجافة، مثل مناخ الهند. هذه التربة تنتفخ عندما تكون رطبة، وتقلص عندما تكون جافة، الأمر الذي يؤدي إلى تفتتها. رغم خصوبتها، تصعب زراعتها بسبب تركيبها.

مميزات التربة المشتركة

إن التربة مكونة إجمالاً من أربعة أجزاء رئيسية: المواد المعدنية، المواد العضوية، الماء والهواء. هذه الأجزاء تندمج في مزيج من المواد الصخرية المنحلة والمواد الحيوانية والنباتية. يحتوي المزيج على ثغرات تسمى مسام تحجز الماء والهواء. تغطي المسام حوالي نصف حجم التربة العادية. ويشتمل معظم الجزء الباقي من الحجم على ذرات معدنية مختلفة الأحجام. أما آخر ما يتبقى من التربة، وهو عادة يتراوح ما بين ١٪ إلى ١٢٪ من الحجم الكامل، فيتكون من مواد عضوية تتضمن أوراقاً نباتية وعصينات وبقايا الحيوانات الميتة، فضلاً عن مجموعة مختلفة من الكائنات الحية.

وتتخذ مجموعات مدهشة من الأشكال الحية التربة مسكناً لها، وهي تشمل القوارض والحشرات والديدان والجراثيم الميكروسكوبية. إن هكتاراً واحداً من التربة قد يحوي مليون

إنسيتيسول Inceptisols: تتواجد غالباً في السهول الفيضانية وفي مساحات ثابتة أخرى، حيث تتكون طبقات من التربة. هذه التربة تبدأ بتكوين طبقة سفلية من الصلصال. **موليسول Mollisols:** هي التربة الأخصب والأكثر إنتاجاً. في الولايات المتحدة يمكن أن نجدها أكثر مما نجدها في حقول الحنطة والذرة في الغرب الأوسط. وهي تُعرف بطبقته العلوية الداكنة الغنية بالمعادن. هذه الطبقة الكثيفة تحتوي كميات كبيرة من المواد المغذية الأساسية، وهي خصبة بالذبال أو المواد العضوية المنحلة.

أوكسيسول Oxisols: يمكن أن تتواجد في الأراضي المتفككة أو المشققة في المناطق الإستوائية. المواد المغذية قد غُسلت أو جُرفت منها. هذا النوع من التربة يكون طبقة سفلية غنية بالحديد والألومنيوم.

سپودوسول Spodosols: لا تحتفظ جيداً بالرطوبة، وهي غير خصبة وحامضة. نجدها غالباً في نيو إنجلاند. لها طبقة سطحية باهتة اللون تجتمعت فيها المواد العضوية والحديد والألومنيوم.

ألتيسول Ultisols: طبقتها السطحية فاتحة اللون وطبقة سفلية داكنة اللون من الصلصال مليئة بالحديد والألومنيوم. رغم تشابهها مع تربة أفيسول، يمكن أن نجد الألتيسول في المناطق الأكثر دفئاً، مثل جنوب شرق الولايات المتحدة الأميركية. وهي أقل خصوبة من تربة

تربة، ومصدرها الكلمة اللاتينية Solum «سولوم» أي «التربة».

أنواع التربة

ألفيسول Alfisols: تتواجد غالباً في المناخات المعتدلة. المحاصيل الزراعية تنمو بسهولة في هذه التربة الخصبة لأنها تحتوي مقادير كبيرة من المواد المغذية الضرورية، وهي مواد كيميائية تساهم في تخصيب الأرض. طبقة فاتحة اللون تغطي طبقة سفلية من الصلصال في تربة أفيسول.

أريديسول Aridisols: هي التربة الأولى في الصحاري والأراضي القاحلة الأخرى. تغطي خمس مساحة الأرض. إنها تفتقر للمواد العضوية، وغالباً ما تكون من النوع الرملي ذي اللون الفاتح. قد تكون تربة الأريديسول صالحة للزراعة في بعض الأماكن، إذا تم ريها.

أنتيسول Entisols: هي تربة جديدة. ليست في مكانها منذ وقت كاف لتكوين طبقات. تربة أنتيسول متواجدة في الأماكن المشققة حديثاً، مثل السهول الفيضانية والكتبان الرملية. نسبة خصوبتها متفاوتة.

هستوسول Histosols: يمكن أن نجدها في مختلف أنحاء العالم، لكن بكميات محدودة. غالباً ما تكون مشبعة بالماء، ولا تجف بشكل جيد. تربة هستوسول تحتوي نسبياً مواد من النباتات المتعفنة، وهي حامضة. التربة الداكنة المشبعة بالمياه في مستنقعات اسكوتلاندا مؤلفة من هذا النوع.

التربة

التربة طبقة من المواد المعدنية والعضوية التي تغطي معظم المساحات الأرضية. ورغم اختلاف تركيبها، تحتوي التربة عادة على جذور نباتية، وكائنات حية، وبقايا حيوانية ونباتية، وعلى الهواء والماء والمواد المعدنية المجوأة من الصخور.

تتكون التربة على أثر تفتت الصخور البطيء والمستمر والفيزيائي والكيميائي، ونتيجة انحلال الكائنات التي كانت على قيد الحياة. التربة تتميز بتغير مستمر. إنها تتطور باستمرار، كلما تغيرت نسب محتواها المعدني والعضوي والهوائي والمائي.

التربة تؤمن للطبيعة مواداً غذائية مثل المراعي والمحاصيل الزراعية والغابات التي تزود الناس والأشكال الحياتية الأخرى بالطعام والسكن. يمكن تحديد خصوبة التربة من خلال قدرتها على تزويد النباتات بالمواد الغذائية اللازمة لنموها.

للتربة أنواع عدة. وضع الاختصاصيون في علم التربة، ويعرفون بالبيدولوجيون، أنظمة مبنية بهدف تحديد أنواع التربة الموجودة في العالم. إن نظام التربة المبوب المعتمد في الولايات المتحدة وفي بلدان أخرى متعددة، وضع من قبل وزارة الزراعة الأميركية. هذا النظام يقسم التربة إلى عشرة أنواع رئيسية. ولكل نوع اسم ينتهي بالأحرف عينها Sol أي



Feijoada، فاصوليا سوداء مطهية مع اللحم ومقدمة مع الأرز واللفت أو الملفوف الأخضر. وفي دولة الكونجو (زائير) في وسط أفريقيا، جذور المنيهوت المغلية هي طعام قياسي. ويؤكل الموز المقطوف حديثاً، والبطايا والأناناس باستمرار.

مخزون العالم من الطعام

مخزون العالم من الطعام هو الكمية الإجمالية للغذاء المنتج على الأرض. منذ أواخر الأربعينات، تقلب مخزون الحبوب، ولكنه كان هناك فائض في العالم أجمع، أو كميات من الغذاء كافية لإطعام الجميع؛ على الرغم من ذلك، يجوع الملايين. من بين الأكثر من ٥,٨٠٠ مليون نسمة على الكرة الأرضية، حوالي ٥٨٠ مليون يعانون من سوء التغذية، أو من نقص الغذاء الكافي. وكل سنة، يموت أكثر من ١٥ مليون نسمة من أمراض مرتبطة بالجوع، ومعظم هؤلاء هو أطفال.

أحد أسباب الجوع هو أن الموارد كالأرض الصالحة للزراعة، والطعام، والمال الكافي لشرائه، غير موزعة بتساو بين شعوب العالم. ينتج معظم حالات الجوع عن الفقر.

تؤدي حالات الأزمات إلى الجوع أيضاً. ففي بعض الدول، عطلت أعوام من الحرب

(١٢) التربة الفوقية: سطح التربة أو جزؤها الأعلى.



أنواع الغذاء.

دودة أرض. إنّ عدد الكائنات الحيّة الإجمالي، بما فيها بلايين الجراثيم في كيلوغرام واحد من التربة، يتعدّى على الأرجح مئة بليون.

كيفية اختلاف التربة

حدّد الاختصاصيون في علم التربة (البيدولوجيون)، في إطار تصنيف أنواع التربة، الطرق التي تختلف فيها التربة. إنّ اللون والمادّة يساعدان على تمييز تربة عن أخرى. يقدر البيدولوجيون عدد تنوع ألوان التربة بـ ١٧٥ لوناً ضمن ظلال التربة الأساسية السوداء والبنيّة والحمرّاء والصفراء والرماديّة والبيضاء. ورغم أنّه يمكن للون أن يؤمّن المفتاح لخصوبة الأرض، قد يكون أيضاً مضللاً. وتشتمل التربة السمرّاء في غالب الأمر «الدبال»، وهو مادّة عضويّة تمنح الأرض خصوبة. إلّا أنّ التربة المجديبة، مثل تلك التي يكوّنها الرماد البركانيّ الحمضيّ، يمكن أن تكون هي أيضاً سمرّاء. في بعض المناطق، يشير اللون الأحمر إلى خصوبة الأرض. وفي مناطق أخرى، قد يدلّ على الإرتشاح، أي استنزاف المواد المغذّية المعدنية الناشئة داخل تربة مجديبة.

إنّ بنية التربة تؤثر على خصوبتها وعلى قدرتها على احتباس الرطوبة، وسهولة حراثتها. وتحدّد البنية من خلال أحجام الأجزاء المعدنية في التربة. يقسم البيدولوجيون الأجزاء إلى ثلاثة أقسام. الأجزاء، انطلاقاً من أكبرها إلى أصغرها، هي الرمل والطيني والطين. إنّ التربة الرملية تجفّ بسرعة، والتربة الطينية تكون عادة أكثر خصوبة، لأنّها تحفظ الرطوبة والمواد المغذّية، لكنّها تصبح صلبة عندما تكون جافّة، ولزجة عندما تكون رطبة. الطفاليات، وهي مزيج من كمّيّة شبه متعادلة من الرمل والطيني، خصبة وتحتفظ بالرطوبة وسهلة الحراثة.

إنّ الطفالية هي عموماً أفضل تربة لزراعة النباتات فيها. إنّ عمر التربة والمادّة المصدرية التي تكوّنت منها، المناخ ومقومات السطح والحياة النباتيّة تُسهم في اختلاف أنواع التربة. غالباً ما يؤثر عمر التربة، أي المدّة التي تكوّنت فيها، على عمقها وخصوبتها. ويؤثر نوع المادّة المصدرية على تركيبة التربة الكيميائيّة وعلى بنيتها. ومثلاً على ذلك، إذا كان حجر الكلس هو المادّة المصدرية، قد تكون التربة غنيّة بالكالسيوم ويعناصر أساسية أخرى. يمكن للطفّل الصفحيّ، وهو صخر متجزّع قليلاً، أن ينتج تربة صلصالية تقاوم تسرب الماء والهواء إليها. ومن جهة أخرى، يمكن للحجر الرمليّ أن ينتج تربة ليّنة، سهلة الإختراق ورمليّة، وتكون قليلة الخصوبة.

قد يؤثّر المناخ على السرعة التي يحدث من

خلالها بعض العوامل البيولوجيّة، فيتعاظم جوف التربة، وغالباً ما تنمو النباتات، وتتحلّ النباتات والحيوانات الميتة في مناخات ساخنة ورطبة بشكل أسرع منها في مناخات باردة وجافّة.

الطوبوغرافيا، أو الرسم الدقيق للسمات السطحيّة، تلعب دوراً في تشكيل نوع التربة. في الرقعات المنفسحة، تكون التربة عادة أكثر عمقاً بسبب تحرك الماء المتزايد فيها. وتُرسّب المياه في التربة مواد معدنيّة، فتجعل بذلك التربة تتكوّن بمعدّل سرعة يفوق معدّل سرعة تآكل الرياح والمياه. وفي المنحدرات، تقلّ نسبة المياه المتحرّكة في التربة. ويتعاظم التآكل، وتبقى طبقات التربة أكثر تسطحاً.

النشاطات الإنسانيّة والتآكل

إنّ التآكل المتسارع قد تحدّثه النشاطات الإنسانيّة، ويمكن أن تتسبّب بخسارة كبيرة في التربة الفوقيّة. يمكن لذلك أن يؤدي إلى نتائج مأساويّة عموماً. منذ أن شرع الناس في العمل بالزراعة للمرّة الأولى، أعاد النشاط الإنسانيّ تشكيل المناظر الطبيعيّة، جاعلاً التربة عرضة للإستهلاك المفرط والتآكل السريع. إنّ حفر المناجم وسدّ الأنهر وقطع الأشجار وحراثة المزارع، كلّها نشاطات تساهم في تآكل التربة. إنّ السبب الرئيسيّ لتآكل مماثل هو إزالة الحياة النباتيّة الطبيعيّة التي تحمي التربة، جذور الأعشاب والجنّبات والأشجار التي تترسخ في التربة، وأوراق النباتات وغيرها من النثار التي تتجمّع على الأرض. ما أن تختفي الحياة النباتيّة الواقية، تتعرّض التربة بسرعة لتآكل الرياح والمياه.

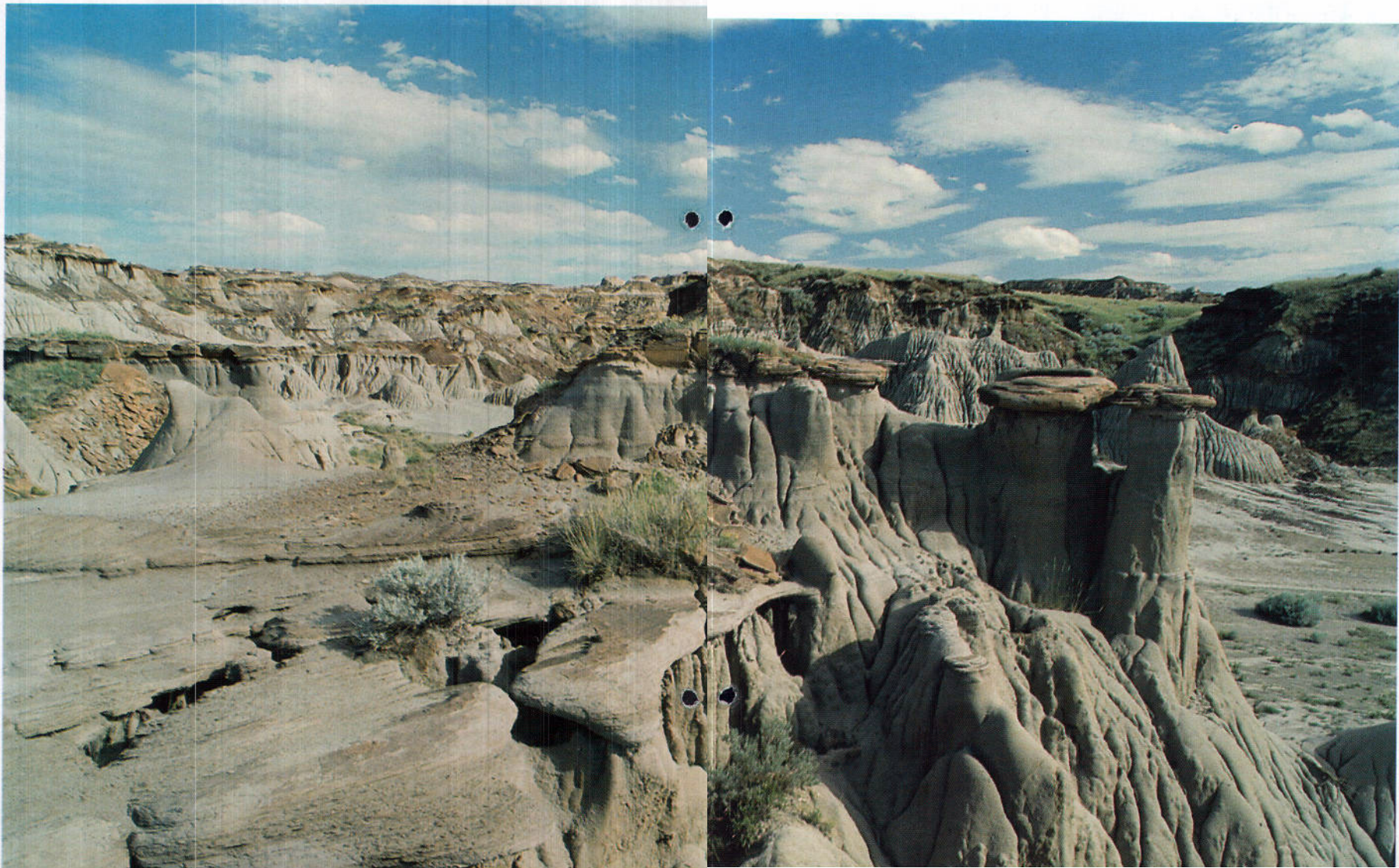
التآكل المفرط يمكن أن يؤدي إلى جداول وبحيرات مغلقة تُلحق الخلل بالنظام البيئيّ، وهو مسكن الأسماك والخلوقات البريّة الأخرى. عندما تستهلك التربة، تفقد المحاصيل الزراعيّة جودتها الصحيّة. وعندما تنهار غلّة المحاصيل الزراعيّة، قد يعاني الناس سوء التغذية أو في أسوأ الأحوال المجاعة.

في المدن والضواحي، يتمّ انجراف التربة أثناء عمليّة تشييد المباني، والطرق العامّة والمطارات. تميل التربة إلى الانجراف أكثر أثناء عمليّات البناء، لأنّ الحياة النباتيّة تُتلف، وأنظمة تصريف المياه الطبيعيّة يلحق بها الخلل.

في الكثير من البلدان النامية، غالباً ما يضطرّ المزارعون إلى زرع الأراضي المنحدرة الرطبة التي تنجرف بسهولة. يحاول المزارعون أيضاً أن يزرعوا المحاصيل الزراعيّة في مناطق شبه قاحلة حيث التربة الخروثة يمكن أن تتطاير إذا لم تُستخدم طرق العناية المناسبة. تُعتبر أندونيسيا وأثيوبيا والهند من البلدان التي تعاني انجراف التربة الخطير. يقدر الخبراء



أراضي غير صالحة للزراعة



الزراعيّين أنّ الهند تفقد كلّ سنة أكثر من خمسة مليارات طن من التربة بسبب الانجراف الناتج عن الأمطار والرياح. عندما تترك المياه على مساحة كاملة من الأرض المنحدرة تجرف التربة طبقات رقيقة. فقدان طبقة التربة الفوقيّة خلال هذه العمليّة، التي تدعى التآكل الصفحيّ، قد لا يلاحظها المزارع إلّا بعد أن تظهر التربة التحتيّة ذات اللون المختلف.

الحافظة على التربة

معظم التربة يتكوّن على مرّ مدّة طويلة من الزمن. مثل غيرها من الموارد الطبيعيّة، ينبغي الحفاظ عليها حتّى لا يُستهلك المخزون بشكل أسرع ممّا تستطيع الطبيعة تعويضه. الخصوبة الطبيعيّة في التربة غالباً ما تتغير، وفقاً لطرق استخدامها. زرع بعض المحاصيل سنة تلو الأخرى مثلاً، يستهلك المواد المغذّية في التربة، فتضعف خصوبتها.

توصّل الخبراء الزراعيّون إلى طرق كثيرة للحفاظ على التربة. في البلدان السهليّة، يستطيع المزارعون أن يضرّبوا حزاماً حاجزاً للتخفيف من حدّة الرياح التي تعصف بأراضيهم. الحزام الحاجز يمكن أن يخفّف سرعة الرياح القويّة إلى أقل من ٢١ كم/ساعة على مسافة قد تبلغ ١٠ أضعاف علوّها. الرياح التي لا تصل سرعتها إلى هذا الحدّ لا تسبّب التآكل. الرياح التي تعصف حزاماً من الخضرة الدائمة علوّه يبلغ ٦ أمتار لا تؤدي إلى تآكل التربة على علوّ ٦٠ متراً في الناحية الأخرى.

في بعض المناطق، تُبدّل جهود لمنع المزارعين من حراثة الأرض التي لا تصلح للزراعة، مثل الغابات المطريّة. عندما تُزرع هذه الغابات، سرعان ما تفقد تربتها موادّها المغذّية، وتصبح غير خصبة.

للمساعدة على الحدّ من التآكل الذي تسبّبه حفريات المناجم، يمكن أن يعاد زرع الأرض. شركات قطع الخشب يمكنها أن تزرع بسرعة الأرض الفارغة بالأعشاب والأشجار. الأعشاب تثبت التربة في مكانها ريثما تنمو الأشجار.

خفّض عدد الماشية التي ترعى في الحقول المزروعة عشباً، يساعد على المحافظة على الحياة النباتيّة ويحمي التربة.

الأساليب الزراعيّة الجيدة

الأساليب الزراعيّة الجيدة، مثل زراعة الأعشاب الغنيّة بالمواد المغذّية يمكنها في آن معاً أن تمنع انجراف التربة، وتعيد الخصوبة إليها. الحضرّ مثل البرسيم والنفل لا تثبت التربة فحسب، بل تنقل أيضاً الأزوت من الجوّ إلى التربة. يستطيع المزارعون أن يستبدلوا زراعة محاصيل الحبوب، مثل الذرة، بزراعة الخضر بين فصل وآخر، وذلك بهدف إعادة

المواد المغذّية إلى التربة. هذه العمليّة تسمّى بالمحاصيل الدورية. أسلوب حراثة وطمر الخضر والأعشاب الغنيّة بالمواد المغذّية قبل زراعة المحصول الآخر يدعى التسميد الأخضر. إضافة الأوراق المتعفّنة والسماد المخزّن إلى التربة تزيد قدرتها على حجز المياه.

ثمة أسلوب فعّال آخر للسيطرة على الانجراف، وهو الزراعة أي الحراثة ونثر البذور وحصاد الحقول المنحدرة عرضاً، عوض أن تزرع من أسفلها إلى أعلاها وبالعكس. الحراثة الكفافيّ يخفّف تسرب المياه، وهكذا لا ينجرّف سوى مقادير قليلة من التربة أثناء العواصف.

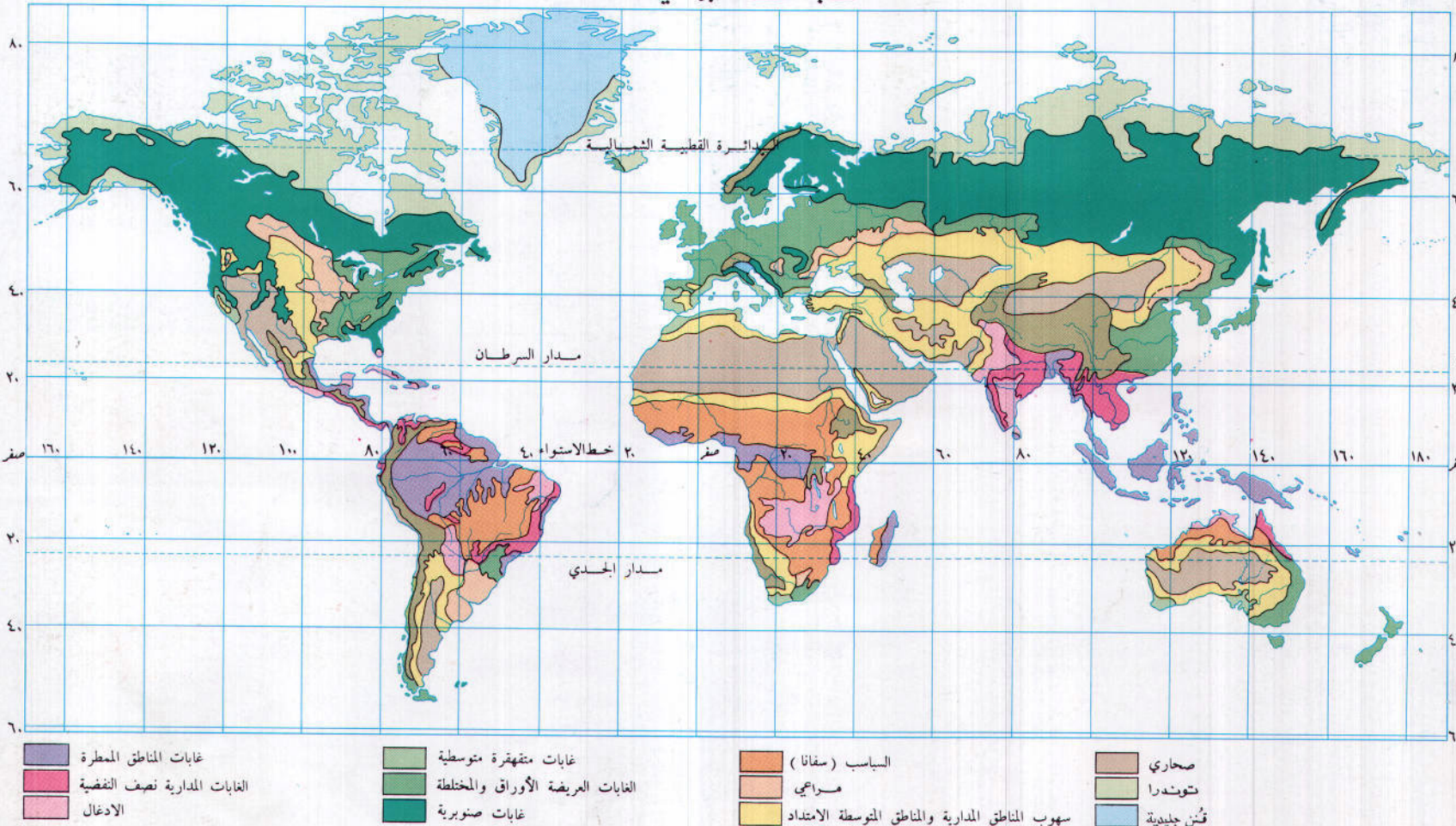
في بعض أنحاء العالم، تُستخدم طريقة زرع المدرّجات في المناطق الجبلية حيث الأراضي الزراعيّة نادرة أو هطول الأمطار غير منتظم. رُفّع أرض قليلة الإرتفاع تدعى مدرّجات تمهد في المنحدرات، وتُبنى أسوار أو حافّات من الطين حول المدرّجات حتّى تُحجز المياه والتربة. في الولايات المتحدة الأميركيّة، تعني كلمة مدرّج إجمالاً، سدّاً اصطناعياً من التربة يمنع انجراف السطح ويسمح للمياه الفائضة بأن تُصوّر ببطء من حقل ما.

ثمة طريقة أخرى للحدّ من الانجراف، وهي تقضي بزرع أنواع متتالية من الزراعات المختلفة بعرض الحقل المنحدر، وبذلك تمنع مياه الأمطار من الجريان مع المنحدر.

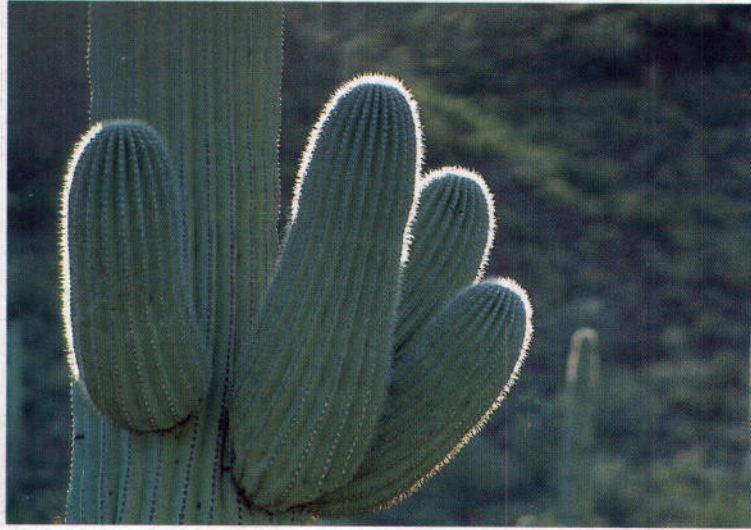
الأثلام المفلوحة يمكن أن تتحوّل إلى جداول صغيرة أثناء العواصف المطيرة، ويمكن أن تتكوّن أقبية صغيرة تدعى مجاريّ. زراعة المحاصيل المتقاربة النموّ، مثل الشعير والحنطة، يمكن أن تبطل الانجراف الناتج عن المجاري والسيول الصغيرة. السيول يمكن أن تحتجز عن طريق تشييد سدود من القشّ والسماد أو أكوام من الأجمة المثبتة بالأسلاك. بعد أن تملأ التربة المساحة الممتدّة خلف السدّ، يستطيع المزارعون أن يبدّروا المكان بالأعشاب والشجيرات السريعة النموّ والأشجار. إضافة إلى تثبيت التربة المتبقّية من السيول، تؤمّن الحياة النباتيّة مأوى للطيور والحيوانات البريّة الأخرى.

بدأت الولايات المتحدة الأميركيّة، مستوحية من جمعيّات المحافظة على البيئة، تبذل جهوداً مجديّة للحدّ من انجراف التربة. خلال العامين ١٩٨٦ و١٩٨٧، تمّ الحدّ من انجراف التربة في الأراضي الزراعيّة الأميركيّة بنسبة ٤٦٠ مليون طن؛ وربما كانت هذه النسبة أكبر ما تمّ التوصل إليه سنوياً في العالم أجمع. برنامج الحفاظ هذا استدعى تحويل ٥٧ مليون هكتار من الأراضي الزراعيّة الكثيرة الانجراف، إلى مراعي وغابات.

النباتات البرية



البرية: بيئة طبيعية بقيت جوهرياً بعيدة عن النشاط البشري. وتحافظ المناطق البرية على الجمال الطبيعي للأرض، كما تشكل ملجأ لكثير من الأنواع الحيوانية والنباتية. وهي تقدم إلى العلماء مختبراً لدراساتهم حول كيفية عمل الأنظمة البيئية، في ظل غياب التدخل البشري.

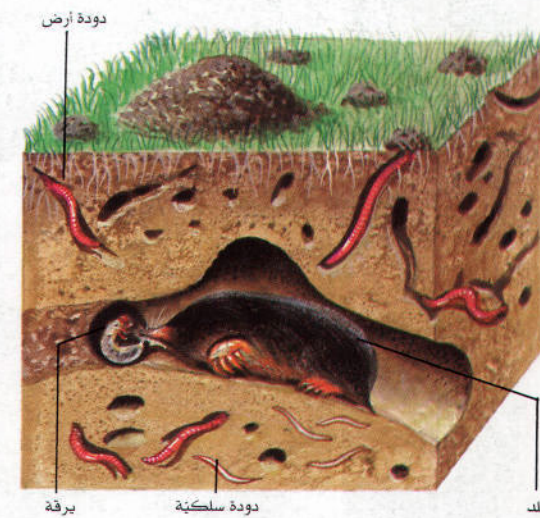
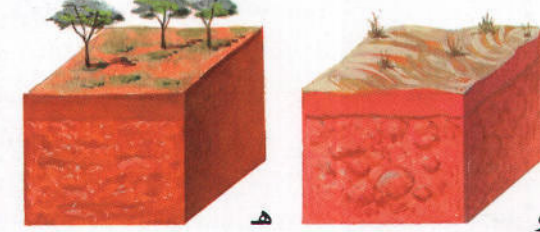
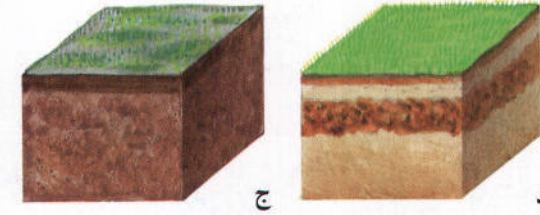
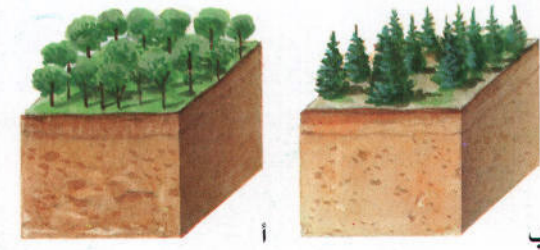
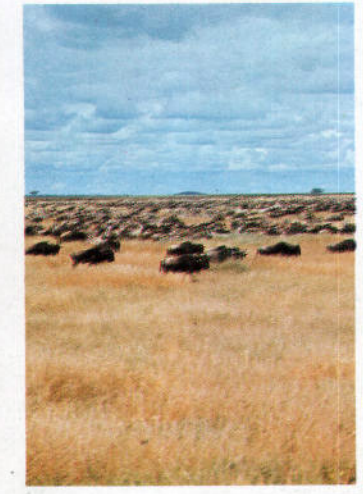
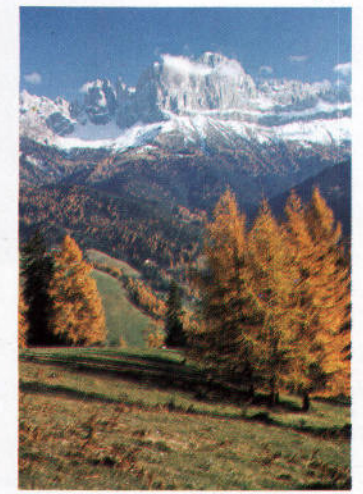


النباتات الصحراوية

المرج

ومروج أميركا الشمالية هي سهول واسعة ممتدة مغطاة بالأعشاب. وكمعظم المروج، تستضيف نوعيات هائلة من الأعشاب والحشائش العطرية وغيرها من النباتات. وتمتد الجذور إلى عمق مترين تحت سطح التربة، مشكلة ما يسمى بالمرج. وهو يساعد النباتات على البقاء عندما تحصد النيران الأعشاب اليابسة. وكانت مروج الأعشاب العالية غطت أكثر من مليون كم² من أراضي أميركا الشمالية. ولم يبق منها اليوم سوى الأماكن المعزولة. ذلك أن معظم المروج والأراضي المعشوشبة، تحول إلى مراعي ومزارع. والمناطق المنتجة للحبوب أسهمت في تأمين مخزون الأرض الغذائي بشكل واسع.

المرج أرض معشوشبة معتدلة المناخ تتميزها وفرة الأعشاب المتنوعة. ويزر وجود المروج في الأماكن المعزولة بتنوع حرارة فصولها بشكل مميز. تستقبل المروج من ٢٥ إلى ٧٥ سم من الأمطار كمعدل سنوي. وتنمو الأعشاب العالية والتي يصل طولها إلى ١,٥ م وأكثر، في الأماكن التي يكثر فيها هطول الأمطار. وتهيمن الأعشاب المنخفضة على الأماكن التي تندر فيها الأمطار الغزيرة. أما مروج الأعشاب المنخفضة لسهول أميركا الشمالية الواسعة، والتي يقتصر معدل أمطارها السنوي على ٢٥ سم، فتتصف بالسهب (سهل واسع خال من الأشجار).



تهوية التربة: يبين الرسم التوضيحي (أعلاه) أهمية أنواع حيوانية مختلفة، مثل الخلد ودودة الأرض، في قلب التربة وتالياً، تهويتها. إن الأرض التي تنفق إلى عدد واف من الحيوانات التي تعيش في التربة، تتصف دائماً بتربة متراسة وغير مهواة بما فيه الكفاية (مثلاً، التندرة).



الحقول البريّة في كندا على ضفاف نهر تومبسون في مقاطعة كاملويس



الأشجار والأعشاب البريّة في الوديان

أجزاء من كولورادو وكانساس ونيومكسيكو وأوكلاهوما وتكساس في الولايات المتحدة. ذبلت المحاصيل وذرت الرياح التربة. ألقت عاصفة ريجية^(١) Windstorm عشرة ملايين طن من الأتربة على مدينة شيكاغو في إيلينوي. واتخذ الكثير من المناطق الزراعية مظهر الصحاري بعد مرور رياح قوية كُثِّست الأتربة على شكل كُوم عالية. دُمّرت المزارع تاركة آلاف الأميركيين فقراء دون مأوى. ساعدت إجراءات الصيانة على العودة إلى وضع اقتصادي سوي، ولكن فترات دورية من القحط ما تزال تنكب المنطقة.

لا توجد حلول سريعة لمشاكل إتلاف الأرض العشبية. وليس باستطاعة الكثير من البلدان أن تترك أراضي صالحة للزراعة دون زرع، لأنها بحاجة للغذاء والمال اللذين تؤمنهما المحاصيل. عندما لا يعود بإمكان الأرض أن تحمل محاصيل، يتم استصلاح أراضٍ عشبية أخرى لزراعتها.

يستطيع المزارعون إبطاء عملية إتلاف الأرض العشبية باستعمالهم ممارسات زراعية صحيحة تحدّ من آثار التآكل والتعرية. إذا ما تمّ ضبط عدد الحيوانات التي يسمح لها بالمرعى في منطقة معينة، يصبح بإمكان الأعشاب أن تتجدّد. إنّ مستقبل الأراضي العشبية في العالم يقع في قدرة الإنسان على التسليم بأنّ الأراضي العشبية نظام بيئي متنوّع، وقيم لذاته كما لثربته الخصبة.

أما الحيوانات الراعية مثل البيسون^(٢) والشائلك القرن^(٣) Pronghorn في البراري الأميركية الشمالية والماشية البريّة والغزل في سهوب أوراسيا، والته^(٤) Wildebeest وحمار الوحش في السفناء الأفريقية، فقد كانت، في ما مضى، تجوب بحرية مساحات واسعة من الأراضي العشبية.

مستقبل الأراضي العشبية

لا يبقى في يومنا الحاضر سوى القليل من الأراضي العشبية الطبيعية التي اختفت بسبب الإفراط بالرعي والإفراط بالزراعة وتوسّع المدن. يمكن للماشية مثل الغنم والماعز أن ترعى الأعشاب حتى جذورها، ما يقلّل من فرص نموّها من جديد. مع انعدام وجود نباتات تحميها، تزول التربة بفعل المياه أو الرياح التي تحملها بعيداً، فتتحوّل الأراضي العشبية إلى أراضٍ قاحلة.

إنّ ملايين الهكتارات، التي كانت في الأصل أراضي عشبية، هي اليوم مزروعة بغلال مثل القمح والدخن والذرة. أصبحت براري أميركا الشمالية وسهوب أوراسيا اثنتين من أهم مناطق العالم المنتجة للحبوب. في الثلاثينات، وبسبب الإفراط في استعمال الأرض المصحوبة بفترة قحط طويلة، خُرب حوالي ٤٠ مليون هكتاراً من الأراضي الزراعية في الجزء الجنوبي من السهول العظمى في الولايات المتحدة. غطّت هذه المنطقة، المسماة Dust Bowl،

٢٥ سنتمتراً. وكانت البراري (المروج الأميركية) ذات العشب الطويل، وهي أرطب الأراضي العشبية المعتدلة، تمتدّ تقريباً من ولاية تكساس في الولايات المتحدة الأميركية إلى كندا، ومن طرف السهول العظمى Great Plains في شرق ولاية كانساس إلى ولاية أوهايو في الولايات المتحدة. يمكن لـ ٣٠٠ نوع مختلف من النباتات أن ينمو في هكتار واحد من البراري ذات الأعشاب الطويلة. تسيطر عشبة تدعى الساق الزرقاء Big blue stem حيث تكون التربة غنية ورطبة، ويمكن أن يصل طولها إلى أكثر من مترين. تنمو أعشاب طويلة أخرى والكثير من الأعشاب ذات الأوراق العريضة، كعصا الذهب Goldenrod، في ظلّ الساق الزرقاء. في الربيع، تحوّل مئات الأنواع من الأزهار البريّة، المروج في أميركا الشمالية إلى لحاف مرقط بالألوان.

لم تكن هناك حدود واضحة بين براري الأعشاب الطويلة وبراري الأعشاب القصيرة. وكانت تفصل بينهما منطقة انتقالية، تدعى براري الأعشاب المختلطة، تحتوي على أعشاب من الأنواع الثلاثة مع هيمنة واضحة للأعشاب المتوسطة.

الأراضي العشبية المدارية

تغطّي الأراضي العشبية المدعّوة بالسفناء ١٦ مليون كم^٢ تقريباً من أراضي العالم. تظهر هذه الأراضي العشبية في مناطق شمالي وجنوبي خطّ الإستواء، حيث يكون سقوط المطر موسميّاً. فيتناوب فصل جافّ طويل مع فصل ممطر. إنّ السفناء منطقة تغطّيها طاقات من الأعشاب وبضع أشجار جدّ متناثرة. بعض العلماء لا يصنّفها كأرض عشبية بسبب نموّ الأشجار فيها. وتكون السفناء غالباً منطقة انتقالية بين الأرض العشبية والغابة.

أشجار السفناء الأكثر شيوعاً هي أشجار البأوياب Baobab والأفاقيا Acacia والنخيل. عندما يأتي المطر، تنبت الأعشاب بسرعة قد تصل إلى ٢,٥ سم في ٢٤ ساعة. وعندما يتوقّف المطر تبدأ الأعشاب بالذبول.

خلال الفصل الجافّ، تجتاح الحرائق أحياناً مناطق السفناء. يقتلها الأشجار الصغيرة، تساعد الحرائق على منع الغابات من النموّ في الأجزاء الأكثر رطوبة من السفناء. تلعب الحرائق دوراً هاماً في بيئة جميع الأراضي العشبية.

حيوانات الأراضي العشبية

يعيش في جميع الأراضي العشبية عدد لا يحصى من الحشرات: يُقدّر أنّه في الربيع، يمكن لهكتار واحد من الأرض العشبية أن يحتوي على أكثر من تسعة ملايين حشرة، الكثير منها من الجنادب (الجراد). يجذب هذا العدد الهائل من الحشرات الكثير من العصافير مثل قُبرة المروج Meadowlark، كما تلاحم الأعشاب آكلة البزور مثل القُبرة القرناء Horned lark. تكثّفت الطيور مع انعدام وجود الأشجار في الأراضي العشبية، وبينها الكثير منها أعشاشه على الأرض أو فيها.

يعطن في الأراضي العشبية، وجود الحيوانات الحافرة للأحجار والحيوانات الراعية. إنّ الحيوانات الحافرة للأحجار، مثل كلب المروج^(١) Prairie dog في أميركا الشمالية والسنسلاق^(٢) Suslik، سنسجاب أرضي في السهوب الأوروبية، نافعة للأراضي العشبية، إذ تفتح ممزات للهواء في التربة وتمزج العناصر المتعدّدة التي تؤلّف التربة.

الأرض العشبية

الأرض العشبية هي منطقة يكون فيها العشب هو النبات الغالب طبيعيّاً. وهي تظهر حيث لا أمطار منتظمة بشكل كاف، تسمح بقيام غابة، ولكنها ليست قليلة لدرجة قيام صحراء.

يقع معظم الأراضي العشبية الأكثر امتداداً في العالم، في الأجزاء الأكثر جفافاً في داخل القارّات. وهي تتواجد عادة، ونجدها في جميع القارّات ما عدا قارّة القطب الجنوبي، حيث يتراوح معدّل سقوط المطر بين ٢٥ و٧٥ سنتمتراً في العام. تكون الأرض التي تتلقّى أقلّ من ٢٥ سنتمتراً من المطر سنويّاً، جافة أكثر ممّا ينبغي لتسمح بنموّ الأعشاب والكثير غيرها من النباتات. تنمو في مثل هذه المناطق المجبدة، النباتات الجافوفية (الصحراوية)، وهي نباتات لا تحتاج سوى القليل من الماء، مثل الصبار. وتكون المناطق التي يتجاوز معدل الأمطار فيها ٧٥ سنتمتراً في العام، رطبة بشكل كاف يسمح بنموّ متواصل للأشجار.

تتواجد الأراضي العشبية المعتدلة حيث يحدث تفاوت موسمي واضح في درجات الحرارة. يكون فصل الصيف في هذه الأراضي العشبية حارّاً، وفصل الشتاء بارداً. في نصف الكرة الشمالي، تضمّ الأراضي العشبية المعتدلة مروج أميركا الشمالية وسهوب أوراسيا. أمّا قلد^(١) جنوب أفريقيا وإمباباس أميركا الجنوبية فهي أراضٍ عشبية تقع في نصف الكرة الجنوبي.

تقع الأراضي العشبية المعتدلة المداريّة، وتسمّى بالسفناء، قرب خطّ الإستواء. تفتقر هذه الأراضي إلى فصول محدّدة جيّداً على أساس درجات الحرارة. تكون عادة دافئة طوال العام، ولكنها تعرف فصولاً ممطرة وفصولاً جافة متميّزة. يكون المناخ عموماً جافّاً، والفصول الممطرة أقصر من الفصول الجافة.

تمتّع الأراضي العشبية عموماً بترية غنية. وبشكل خصبها السبب الأهم الذي دفع الإنسان إلى تغييرها إلى مدئٍ أبعد بكثير من أي منطقة نباتية أخرى. في يومنا الحاضر، تحوّل معظم الأراضي العشبية إلى أراضٍ زراعية ومراعٍ. حوالى ٧٠٪ من غذاء العالم ينتج في أراضٍ عشبية سابقة.

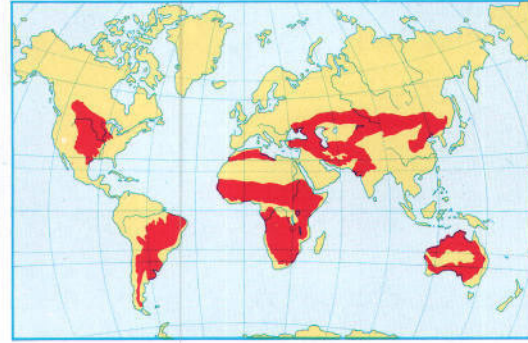
الأراضي العشبية المعتدلة

تعرّف الأراضي العشبية حول العالم بأسماء مختلفة، تحدّدها إلى حدّ ما لغة الشعب الذي يسكنها. إنّ السهب الأوروبي، وهو أرض عشبية تمتدّ من هنغاريا عبر جزء من الاتحاد السوفياتي السابق إلى الصين، هو أكبر أرض عشبية معتدلة في العالم. تأتي كلمة Steppe (السهب) من الكلمة الروسية التي تعني «السهل الحالي من الأشجار». ومع أنّ بعض الأراضي العشبية في أميركا الشمالية يمكن تصنيفها كسهوب إلا أنّ المستكشفين أسموها براري Prairie من الكلمة الفرنسية التي معناها «مرج».

ضمن الأراضي العشبية المعتدلة، هناك ثلاثة أنواع رئيسية من الأعشاب. يبلغ طول الأعشاب القصيرة التي تنمو حيث يكون سقوط المطر محدوداً، أقلّ من نصف متر. ويتراوح طول الأعشاب المتوسطة بين نصف متر و١,٢ متر. أمّا الأعشاب الطويلة فتصل إلى ١,٥ متر أو أكثر.

كانت الأعشاب القصيرة، في ما مضى، هي المسيطرة في الجزء الأكبر من السهول العظمى في الولايات المتحدة حيث لا يتجاوز معدّل سقوط المطر

المروج الطبيعية



المروج الطبيعية: مناطق انتقالية بين الغابات والصحاري. مع وجود بعض الأشجار قرب أطراف الغابة، تصبح المروج الطبيعية أكثر فأكثر جفافاً وقحولة قرب الصحاري.

هناك نوعان من المروج الطبيعية: المعتدلة، والمدارية أو السفناء. تقع المروج الطبيعية المعتدلة الموجودة في نصف الكرة الشمالي، داخل القارات بعيداً عن تأثير الرياح المحمّلة بالرطوبة التي تنفخ من جهة البحر. تشهد هذه المناطق شتاءً بارداً وصيفاً حاراً، مع قليل جداً من المطر على مدار السنة. تتأثّر أيضاً المروج الطبيعية في نصف الكرة الجنوبي بالرياح الجافة في قسم كبير من السنة، وهي جافة نوعاً ما. بخلاف ذلك، تشهد المروج الطبيعية المدارية درجات حرارة مرتفعة على مدار السنة وكميات كبيرة من الأمطار في الصيف نتيجة الانتقال الموسمي للشمس العلوية ولحزام الأمطار المرتبط به.



لا تشهد مروج المناطق المعتدلة سوى فترة ممطرة قصيرة في فصل الصيف، تنمو فيها النباتات والأشجار وتنتشر، ولكن لغوها يتوقف مع مجيء الفترة الجافة والشتاء الشديد البرودة الذي يليها. في هذه المناطق، يغطي الأرض في الأكثر بساط متّصل من الأعشاب القصيرة. مروج أوراسيا وأميركا الشمالية، وإمباباس أميركا الجنوبية، وفلد ذو أشجار أو شجيرات متناثرة جنوب أفريقيا، وأراضي استراليا المنخفضة، كلها تنتمي إلى هذه الفئة من الأراضي المعشوشبة. من جهة أخرى، يغطي أرض السفناء عشب طويل يتجاوز علوه أحياناً ٣ أمتار وتنتشر فيها الأشجار المميّزة المسطحة من الأعلى. تنتمي المروج الطبيعية الأفريقية (أعلاه) والهندية والاسترالية الشمالية إلى هذا النوع الأخير.

طعام للجميع:

يحوّل غياب التنافس حول النبات لتوافر في المروج الطبيعية، مجموعة واسعة ومنوّعة من الحيوانات العاشبة أن تتعايش في منطقة واحدة، حيث يلعب كل منها دوره البيئي الخاص، أو يحتل مكانه في النظام الطبيعي. تختار الحيوانات الراعية الضرب الذي تناسبها من النبات، وتأكّل الحيوانات التي تقتات بأوراق لشجر، على ارتفاعات مختلفة.



(١) قلد: مرج ذو أشجار أو شجيرات متناثرة.
(٢) كلب المروج: حيوان أمريكي من القواضم.
(٣) البيسون: ثور أمريكي.
(٤) الشائلك القرن: وعل أمريكي مجتر.



الغابة

وتوفر الغابات أيضاً مأوى للكثير من النباتات والحيوانات التي لا تستطيع أن تعيش في أي مكان آخر. فلولو الغابات، لما وجدت أشكال عدة من الحياة البرية.

يصنف الكثير من العلماء الغابات وفقاً لأنظمة بيئية مختلفة. وفي هذه الأنظمة، تُجمع الغابات المتشابهة من حيث التربة والمناخ ونسب الرطوبة، في ما يُعرف بالمكونات. ويحدد المناخ والتربة والرطوبة أنواع الأشجار التي تنمو في مكونة حرجية. ويجمع أحد الأنظمة البيئية المعروفة غابات العالم في عشر مكونات رئيسية، وهي: (١) غابات المطر الإستوائية، و(٢) الغابات الإستوائية الموسمية، و(٣) الغابات شبه الإستوائية، و(٤) الغابات المعتدلة المبللة، و(٥) الغابات المعتدلة الدائمة الخضرة، و(٦) الغابات الجبلية الدائمة الخضرة و(٧) الغابات الشمالية و(٨) السفناء، و(٩) غابات ساحل الهادي، و(١٠) الأجراس شبه القطبية.

غابات المطر الإستوائية:

هي منطقة مكثفة بالأشجار، وموجودة عادة في مناخ دافئ، استوائي رطب. وتُجد أكبر هذه الغابات، في حوض نهر الأمازون في أميركا الجنوبية وحوض نهر الكونغو في أفريقيا وفي القسم الأكبر من جنوب شرق آسيا. يبلغ هطول المطر السنوي حوالي ٢٠٠ سم، وفي بعض الأحيان يصل إلى ١٠٠٠ سم، في بعض غابات المطر الاستوائية. ويبلغ معدل الحرارة في معظمها ٢٧ مئوية. الأشجار الدائمة الخضرة ذات الأوراق العريضة، النباتات المعترشة، الشجيرات المنفرقة النامية تحت الأشجار الكبيرة، والتريبات التي تفتقر إلى المواد المغذية هي ميزات مشتركة لهذا النوع من الغابات.

تخطط غابات المطر الإستوائية بالكرة الأرضية، مشكلة حزاماً أخضر غير متوازٍ بين مدار السرطان على حوالي خط العرض ٢٣ درجة ونصف درجة شمالاً ومدار الجدي على حوالي خط العرض ٢٣ درجة ونصف درجة جنوباً. تشكل غابات المطر هذه موطناً لحوالي نصف أصناف نباتات وحيوانات الأرض.

وإن أعداد أقل، فإن غابات المطر تنمو في المناطق المعتدلة أيضاً. وهي تملك مناخاً أكثر موسمية، مع درجات حرارة أقل ثباتاً ومطر أقل، مما هو الحال في غابات المطر القريبة من خط الإستواء. على الرغم من وفرة النباتات والحيوانات في غابات المطر المعتدلة، فإن الأصناف هناك أقل تنوعاً مما هي عليه في غابات المطر الإستوائية، الأكثر دفاً.

طبقات الحياة: عندما ننظر إلى غابة المطر الإستوائية من الفضاء، فإنها تبدو كدثار متغصن من أوراق النبتة. وتشكل أعالي الأشجار غطاءً كثيفاً. يتسرب أقل من ٢٪ من أشعة الشمس عبر هذا الغطاء المقفل. يجعل نقص الضوء نمو النباتات محدوداً في أدنى طبقات غابة المطر.

في المناخ الدافئ والرطب لغابة المطر الإستوائية، يحدث التحلل بسرعة في الطبقة السفلى، أرضية الغابة. تساعد الحشرات، دودات الأرض، والفطريات في تحليل بقايا النباتات والحيوانات. وتمتص الأشجار والنباتات الأخرى المواد الغذائية المحترقة خلال التحلل، وغالباً ما تُترك الأرض عارية نسبياً. إن الأمطار الدائمة

الغابة هي مساحة كبيرة من الأرض مغطاة بالأشجار. لكن الغابة هي أكثر من مجرد مجموعة من الأشجار. فهي تشمل أيضاً على نباتات أصغر حجماً، مثل الأشنة والجنبايات والأزهار البرية. وإضافة إلى ذلك، تعيش في الغابة أنواع عدة من الطيور والحشرات وغيرها من الحيوانات. وتعيش أيضاً في الغابة ملايين الكائنات الحية التي لا يمكن رؤيتها إلا تحت المجهر.

ويحدد المناخ والتربة والماء أنواع النباتات والحيوانات التي تستطيع العيش في الغابة. فالكائنات الحية وبيئتها تشكل معاً نظام الغابة البيئي. ويتألف النظام البيئي من جميع الكائنات الحية والأشياء غير الحية في منطقة معينة، ومن العلاقات القائمة بينها.

ويتميز نظام الغابة البيئي بشدة تعقيد. فتستعمل الأشجار والنباتات الخضراء الأخرى نور الشمس لصنع غذائها من الهواء، ومن الماء والمعادن الموجودة في التربة. وتشكل النباتات بدورها غذاءً لأنواع معينة من الحيوانات. وتصبح هذه الحيوانات بدورها طعاماً لحيوانات أخرى. وبعد موت النباتات والحيوانات، تتحلل بقاياها بفضل عمل الجراثيم وغيرها من المتعضيات مثل الحيوانات الأولية والفطور. وتُعيد هذه العملية المعادن إلى التربة حيث تعيد النباتات استعمالها لصنع الغذاء.

ومع أن أفراد النظام البيئي يموتون، فإن الغابة نفسها تستمر في الحياة. وإذا أُحسن تدبير الغابة وإدارتها، فإنها تقدم لنا مصدراً دائماً من الخشب والكثير من المنتجات الأخرى.

وقبل أن يبدأ الإنسان بقطع الغابات لإنشاء المزارع والمدن، غطت امتدادات شاسعة من الغابات حوالي ٦٠٪ من مساحة اليابسة. وتشغل الغابات اليوم حوالي ٣٠٪ من الأرض اليابسة. تختلف الغابات، إلى حد بعيد، بين مكان وآخر على سطح الأرض. فعلى سبيل المثال، إن غابات المطر الضبابية التي تتشابك فيها النباتات المعترشة، مثل تلك التي نجدها في وسط أفريقيا، تختلف اختلافاً كبيراً عن الغابات الباردة المؤلفة من أشجار التنوب^(١) والبيسية^(٢) العالية، كالتي نجدها في شمال كندا.

القيمة البيئية

تساهم الغابات بطرق عدة في المحافظة على البيئة وإغنائها. فعلى سبيل المثال، إن تربة الغابة تمتص كميات كبيرة من المطر، ما يحول دون جريان الماء بسرعة، الذي يمكن أن يسبب التحات والفيضانات. وإضافة إلى ذلك، فإن المطر يُرشح بمروره في التربة ويصبح مياهاً جوفية. وتجري هذه المياه الجوفية في جوف الأرض، وترزّد الجداول والبحيرات والآبار بالمياه العذبة النظيفة.

وتساهم نباتات الغابات، مثل جميع النباتات الخضراء الأخرى، في تجديد الجو. فإن عملية صنع الغذاء التي تقوم بها الأشجار والنباتات الخضراء الأخرى، تُطلق كمية من الأكسجين. وإن لم تجدد النباتات الخضراء، بصورة مستدامة، كمية الأكسجين في الجو، لامت جميع أشكال الحياة على الأرض. وإذا ازدادت نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو، يتغير مناخ الأرض إلى حد بعيد.

(١) التنوب: من فصيلة الصنوبريات، له جذع مستقيم.
(٢) البيسية أو الراتنجية: شجرة من الفصيلة الصنوبرية.



البراري الكندية في مانيتوبا وهي أراض عشبية

مشهد من البراري أو الأراضي العشبية



ترشح، أو تجرف المعادن من التربة التي تفتقر إلى المواد الغذائية.

تعيش الملايين من أصناف الحيوانات والنباتات في غابات المطر الإستوائية، ويستمر اكتشاف الأصناف الجديدة. بعض الأصناف لا يوجد سوى في غابة المطر الإستوائية، كحيوان الأوكابي^(٣) Okapi. لقد عُرف أكثر من ألف نوع من الأشجار في كيلومتر مربع واحد منها. تملك غابة المطر الإستوائية في الإكوادور في أميركا الجنوبية حوالي ٢٠,٠٠٠ نوع من النباتات المزهرة.

وتعتبر غابات المطر الإستوائية مورداً طبيعياً قيماً. يعيش الملايين من الناس في غابات المطر، وهم يعتمدون عليها من أجل تزويدهم بحاجاتهم من الغذاء والوقود. أما بقية العالم، فيعتمد على غابات المطر من أجل منتجات صناعية جانبية كالطعاط، الخشب، الصبغات، الزيوت، الأغذية، والأدوية.

تلعب غابات المطر دوراً في تكرير دورات مياه الأرض من جديد. يرشح الكثير من الرطوبة التي تشتملها الأشجار من الأوراق، وتنبخر إلى الفضاء لتعود كالمطر. يساعد جذور الأشجار على تثبيت التربة وعلى تأخير مياه المطر أو الثلج الذائب، الجاري فوق سطح الأرض.

غابات المطر المتلاشية: إن تفرغ أراضي الغابات من أجل العمل بالزراعة وتربية الماشية، وقطع الأشجار من أجل أخشابها أو للتعدين، يُقصصان بسرعة كبيرة غابات المطر المتبقية.

على الرغم من استعمال الأرض غالباً في الزراعة، فإن التربة الإستوائية الفقيرة بالمواد الغذائية قد تسند محاصيل أو ماشية لعدة سنوات فقط. ثم تهجر الأرض بعد تزايد التآكل مع تعرض الأرض المفرغة إلى الأمطار الغزيرة وأشعة الشمس اللاذعة.

الغابات الإستوائية الموسمية:

تنمو في بعض المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية. وتتميز هذه المناطق بموسم رطب وآخر جاف يتعاقبان كل سنة، أو بمناخ أبرد نوعاً ما من مناخ غابة المطر الإستوائية. ونجد هذه الغابات في أميركا الوسطى ووسط أميركا الجنوبية وأفريقيا الجنوبية والهند وشرق الصين وشمال أستراليا وفي الكثير من جزر المحيط الهادئ.

وتحتوي الغابات الإستوائية الموسمية على مجموعة واسعة ومتنوعة من أنواع الأشجار، لكنها ليست بمثل كثرة أنواع أشجار غابات المطر. وتحتوي هذه الغابات أيضاً على عدد أقل من النباتات المتسلقة والنباتات الهوائية. وبخلاف أشجار غابة المطر، فإن الكثير من أنواع الأشجار في الغابة الإستوائية الموسمية هو من الأنواع المعيلة. وتوجد الأشجار المعيلة خصوصاً في المناطق التي تشهد فصلاً رطباً وفصلاً جافاً واضحين. وتسقط أوراق هذه الأشجار في الفصل الجاف.

ترتفع ظلة هذه الغابات إلى ٣٠ متراً تقريباً. وتنمو طبقة واحدة من صغار الأشجار تحت الظلة. ويشكل الخيزران والنخل طبقة كثيفة من الجنبات، كما تغطي الأرض طبقة كثيفة من الأعشاب. وتشبه الحياة الحيوانية في هذه الغابات ما نجده في غابة المطر.

الغابات شبه الإستوائية:

تنمو على سواحل المحيط الأطلسي، وخليج المكسيك في جنوب شرق الولايات المتحدة. وفي هذه المناطق، يبقى المناخ حاراً ورطباً على مدار السنة.

(٣) الأوكابي: حيوان أفريقي من فصيلة الزرافة، ولكنه غير طويل العنق.

الغابات الإستوائية

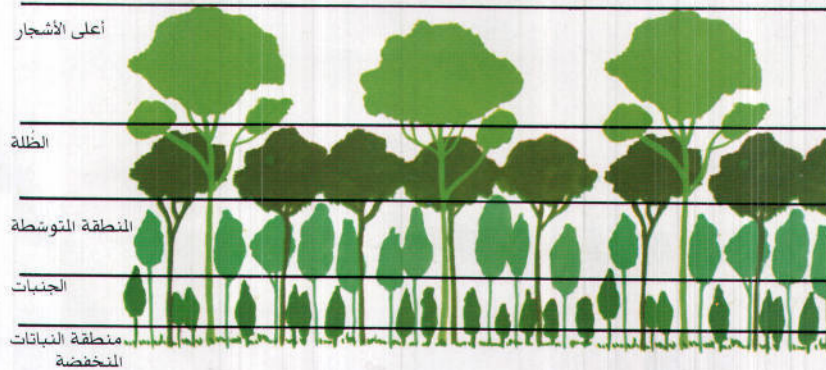


نبت الأجرع: تنمو ضروب عدة من الخنشار في نبت الأجرع الكثيف الظاهر في الصورة أعلاه. وهناك أيضاً عدد كبير من الأزهار المتعددة اللون، تشمل أنواعاً من السحليات. تفوح من النباتات اللاحمة (إلى اليسار) روائح قوية تجذب الحشرات، فتطبق النباتات عليها وتهضمها.



تتميز منطقة الغابات الإستوائية بمناخ حار ورطب ولكن يمكن للمعالم الأخرى أن تختلف من غابة إلى أخرى. توجد الغابات الإستوائية في مناطق جبلية أو في أماكن منخفضة، ويمكن للمطر أن يكون منتظماً طوال أيام السنة أو موسمياً، كما في المناطق التي تتلقى الرياح الموسمية. وينمو أحياناً شجر المانجروف في المستنقعات الساحلية. ينمو النبات، الذي لا يميز بفترة سبات سنوية، بشكل سريع جداً. من بين الضروب الشجرية الكثيرة، تغطي أشجار النخيل والأشجار الصلبة الخشب، مثل شجر الماهوجاني والساج والابنوس، ويرواح علو هذه الأشجار بين ٣٠ و ٧٠ متراً. نظراً إلى غزارة الغذاء وتنوعه في جميع فصول السنة، تضم هذه المنطقة وفرة من الأنواع الحيوانية.

النبات: ينقسم النبات في هذه المنطقة خمس مجموعات مختلفة العلو، تحمل كل مجموعة منها موطنها الخاص. تضم الطبقة العلوية أغصان الأشجار الأكثر ارتفاعاً التي تعلو فوق الظلة، وتحت هاتين الطبقتين تمتد الأشجار الأقل ارتفاعاً ثم طبقة من الجنبات وأخيراً التربة التي تغطيها النباتات المنخفضة.



عالم الحشرات

بسبب الرطوبة المرتفعة التي تسود هذه المنطقة بشكل دائم، تستطيع الحشرات واللافقاريات التي تفتقر إلى الآليات لضبط سوائل الجسم أن تتكاثر وتنتشر. وتؤدي الحرارة المرتفعة إلى تسريع أيض هذه الحشرات إلى حد بعيد، ما يجعل عدداً كبيراً من الأنواع يبلغ أحجاماً ضخمة. تعيش في الغابات الاستوائية فراشات ويعاسيب وعناكب وديدان، إلخ... تتميز بحجم استثنائي. وتضم هذه الغابات أيضاً أعداداً وفيرة من البرمائيات التي يعيش قسم كبير منها، في الماء الذي تجمعها النباتات في أوراقها الكاسية الشكل.

الحياة في الأشجار:

ان الكثير من الزواحف والديدان مكثفة للعيش في الأشجار وهي لا تنزل أبداً إلى الأرض. إلى اليسار، يظهر جيتون، وهو فرد خبير في التنقل عبر الأشجار.



مشهد لغابة المطر



الحياة في الغابة:

فوق ظلة الغابة، يمسك عدد كبير من الطيور الجارحة بالعصافير والتدييات الصغيرة التي تتجاف في الصعود إلى الأغصان العالية بحثاً عن الطعام.

إن الغذاء الذي توفره الغابة - من الأزهار والثمار في غالبيتها - يوجد على نحو شبه حصري في الأشجار. لهذا السبب، طورت الحيوانات بعض التكيفات للحياة في الأشجار. إن الأنواع الأكثر عدداً هي تلك التي يقتصر موطنها على أغصان الظلة، حيث أكبر كميات من الغذاء. تتميز هذه الأنواع، عادة، بألوان زاهية تتوافق مع محيطها المحصور، وبأشكال نحيفة تسمح لها بالتحرك برشاقة.

لسعادين أميركا الجنوبية أذيال إمساكية، وللسناجب الطائرة غشاء متصل بأطرافها يشكل نوعاً من الباراشوت. تختلف أشكال مناقير الطيور وفقاً للطعام الذي تأكله: منقار طويل ودقيق لدى العصافير الطنّانة (أو الذبابة) التي تقتات برحيق الأزهار، منقار معقوف وقوي لدى البعاوات التي تأكل طعاماً صلباً. وتشرب هذه المخلوقات الماء الذي يتجمّع في الأوراق.

بما أن معظم حيوانات الغابة الاستوائية تعيش في الأشجار، فقد تكيفت الضواري على الحياة في الأشجار. إلى جانب الأنواع الكثيرة من الأفاعي التي تقتات بالطيور والتدييات الصغيرة والبرمائيات والبيض، تطارد الفهود والهررة الوحشية فريستها إلى الأشجار، ولكنها لا تتعدى في معظم الأحوال الأجزاء السفلية من الأشجار حيث تستطيع الأغصان أن تتحمل ثقلها.

تتميز عادة الحيوانات التي تعيش على الأرض، حيث يصل القليل من الضوء، بألوان باهتة. على أرض الغابات الاستوائية يعيش الأمل والظلي والجاموس والخنزير البري والتابير والشبّه، إضافة إلى ضروب كثيرة من الأفاعي، منها النمر أكبر ضواري الغابات الاستوائية وأشرسها، وتعيش أيضاً على الأرض الطيور التي لا تطير جيداً، مثل طير السلطانة والكثير من أنواع الثديج والطاووس. تعيش مجموعات من القوارض والحشرات والرخويات والديدان الألفية والديدان في التربة الرطبة.

العقاب ذو العرف، الذي يكثر في غابات أميركا الجنوبية، هو طائر جارح كبير يقتات بالسعادين فقط.



أعلاه: بواء خضراء زمرديّة.

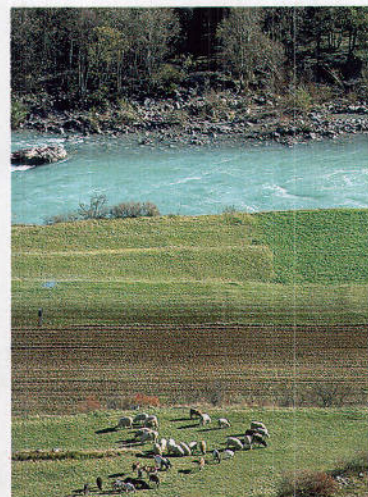
إلى اليمين: شمپانزي.



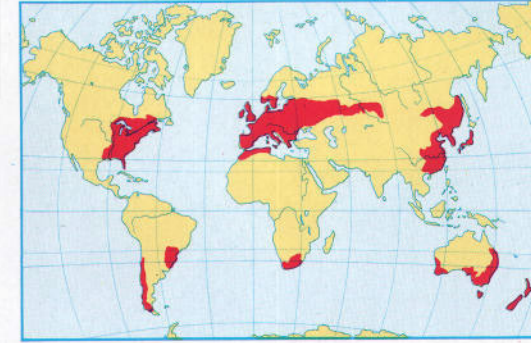
إلى اليسار، من الأعلى: طوقان، فراشة خطافية الذيل، جيتون وطائر طنان. أعلاه: خفاش مصاص. أدناه: سنجاب طائر. إلى اليمين: تارسير.



إلى اليسار: فهد، فيل هندي. أعلاه: دودة الفتية. أدناه: فيل. إلى اليمين: غوريلا، نمر.

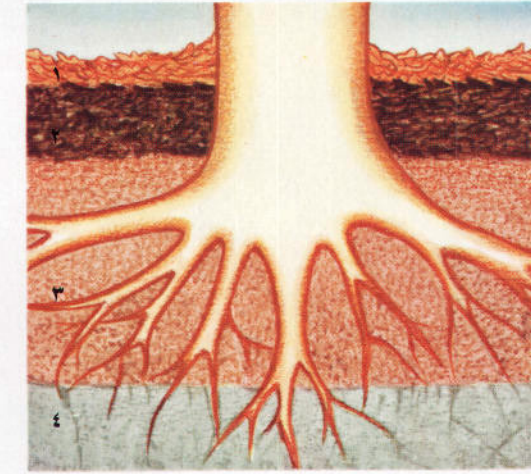


الغابات المعتدلة



الأوراق النافضة: تحدّد

الدورة البيولوجية لدى الأشجار بفعل تغيّر الحرارة، أكثر مما تتأثر باختلاف كميات المطر. في الصيف، تمتص الأوراق أكبر كمية ممكنة من نور الشمس، ولكنها لا تستطيع بسبب بنيتها الدقيقة، أن تتحمل قسوة مناخ الخريف، فتسقط على الأرض. في الشتاء، تعيش الشجرة من مخزونها.



التربة: هناك أربع طبقات في المقطع العرضي لتربة غابة ذات أشجار عريضة الأوراق (أشجار نفضية): (١) الطبقة السطحية، تتألف من بقايا حيوانية (براز وحيف) ومواد نباتية (أوراق ميتة، إلخ)؛ (٢) الدبال؛ (٣) الطبقة المتوسطة، لا تحوي سوى القليل من المواد العضوية المتحللة في شكل جسيمات صغيرة، وتتألف في معظمها من مواد غير عضوية؛ (٤) القاعدة الصخرية والرملية حيث تبدأ الطبقات الجيولوجية الأديمية الفعالة. في مرحلة أولى، تتعرض كتلة الأوراق الساقطة على الأرض لعمل الديدان الحلقية والمفصليات (حشرات، عناكب، إلخ)، من ثم تحولها الجراثيم المحللة إلى مادة غير عضوية.



توجد الغابات النفضية في المناطق المعتدلة حيث الرطوبة ثابتة طوال السنة. والشتاء، مع كونه قصيراً، قاس بما فيه الكفاية لإبطاء الدورة البيولوجية لدى الأشجار. في الفصل البارد، تنفض الأشجار أوراقها على الأرض حيث تتعرض، أولاً، لعمل الديدان وحمير القبان (دوبيات كثيرة الأرجل) وغيرها من المخلوقات، ثم يأتي دور الجراثيم التي تحللها لتشكل أملاحاً معدنية تغني التربة وتسمح بنمو نبات أحرار Undergrowth كثيف. إن تدخل الإنسان في هذه المنطقة قد قلّص مساحة الغابات إلى حد بعيد. فقد كانت الغابات النفضية تغطي في ما مضى قسماً كبيراً من أميركا الشمالية وأوروبا الوسطى وآسيا الوسطى واليابان والتشيلي والأرجنتين.



الغابة الاسترالية: أثّرت

عزلة استراليا الجغرافية في تطوّر الحيوانات والنباتات فيها. تتألف الغابة المعتدلة الاسترالية بمجملها تقريباً من ضروب من شجر الاوكالبتوس. ويعيش فيها عدد كبير من الجراثيم (إلى اليسار: الكوال)، وأيضاً الكثير من الطيور (إلى اليمين: الطائر القيثاري).



الخرج: هو اسم آخر للغابة. ويستعمل بعض الناس هذا التعبير للدلالة على غابة، ظلّتها غير كثيفة. ويُقصد بالظلة، الطبقة العليا من الأشجار المورقة في الغابة. وهي تتألف من تيجان أو رؤوس الأشجار.

وتختلف كثافة الظلة، من غابة إلى أخرى، تبعاً لنوعها. فالظلة غير الكثيفة تسمح بمرور كامل لأشعة الشمس، بينما تمنع الظلة الكثيفة معظم أشعة الشمس من الوصول إلى أرض الغابة.

الغابات المعتدلة المعبلة:

تنمو في شرق أميركا الشمالية، وأوروبا الغربية، وشرق آسيا. ويسود هذه المناطق مناخ معتدل يتّصف بصيف حارّ وشتاء بارد.

ترتفع ظلّة الغابات المعتدلة المعبلة إلى ٣٠ متراً تقريباً. ويغطي في الظلّة نوعان أو أكثر من الأشجار. ومعظم أشجار هذه الغابات هو أشجار عريضة الورق ومعبلة، تطرح أوراقها في الخريف. ويمكن أن تكون طبقات الشجر الصغير والجنابات والعشب، كثيفة جداً. وتتميّز الطبقة العشبية بفترتي نموّ في السنة الواحدة. وتظهر نباتات النموّ الأوّل في أوائل الربيع، قبل أن تنبت أوراق جديدة على الأشجار. وتموت هذه النباتات مع حلول الصيف، وتحلّ محلّها نباتات تنمو في ظلّ الظلّة المورقة.

ومن الحيوانات الكبيرة التي تعيش في الغابات المعتدلة المعبلة، نذكر الدبّ والأيل، ونادراً، الذئب. وتؤوي هذه الغابات، أيضاً، مئات الثدييات الأصغر حجماً والطيور. ويهاجر الكثير من الطيور جنوباً في الخريف، ويُثبت بعض الثدييات في الشتاء.

يغطّي بعض المناطق المعتدلة غاباتٍ دائمة الخضرة ومعبلة مختلطة. ففي منطقة البحيرات الكبرى في أميركا الشمالية، مثلاً، يعزّز الشتاء البارد نموّ غابات مختلطة من الأشجار المعبلة والدائمة الخضرة. وتنمو غابات من أشجار الصنوبر الدائمة الخضرة وأشجار السنديان والقارّة المعبلة، في السهول الساحليّة الجافة في جنوب شرق الولايات المتحدة.

الغابات المعتدلة الدائمة الخضرة:

في بعض المناطق المعتدلة، تعرّز البيئة نموّ الغابات الدائمة الخضرة. وتنمو هذه الغابات في المناطق الساحليّة التي تتميّز بشتاء لطيف يشهد سقوط كمية كبيرة من الأمطار. وتشمل هذه المناطق الساحل الشمالي الغربي لأميركا الشمالية والساحل الجنوبي لتشيلي والساحل الغربي لنيوزيلاندا والساحل الجنوبي الشرقي لأستراليا. وتغطّي الغابات المعتدلة الدائمة الخضرة، كذلك، السفوح الجبلية المنخفضة في آسيا وأوروبا وغرب أميركا الشمالية. ففي هذه المناطق، يعزّز المناخ البارد نموّ الأشجار الدائمة الخضرة.

وتختلف الطبقات الحرجيّة والنباتات والحيوانات اختلافاً كبيراً بين غابة معتدلة دائمة الخضرة وأخرى. فعلى سبيل المثال، إنّ الغابات الدائمة الخضرة التي تنمو في جبال آسيا وأوروبا وأميركا الشمالية تتكوّن من الصنوبريّات، فيما تتكوّن الغابات الساحليّة في أستراليا ونيوزيلاندا من أشجار دائمة الخضرة وعريضة الورق.

الغابات الجبلية الدائمة الخضرة:

تنمو فوق سفناء التلال السفحيّة الجبلية في غرب الولايات المتحدة وكندا. ويصبح المناخ في الجبال عمومأً أبرد وأرطب، وتشتدّ فيها الرياح مع ازدياد الإرتفاع. وتُعرف غابات السفوح المنخفضة والمتوسطة بالغابات الجبلية، فيما تُعرف غابات السفوح المرتفعة بالغابات شبه الألبية.

الغابات الشمالية (التيجة):

تشغل منطقة الغابات الشمالية حوالي ١٧٪ من مساحة اليابسة، على شكل حزام يحيط بالقطب في أقصى النصف الشمالي للكرة الأرضية. وإلى الشمال وراء هذا الحدّ، تندمج الغابة الشمالية مع سهول التندرة المحيطة بالقطب. وتتميّز هذه الغابة عمومأً بوجود عدد محدود من أنواع الصنوبريّات، وهي الصنوبر والبيسيّة واللاكركس (الأرزيّة) والتّوب؛ كما يتميّز بدرجة أقلّ، بوجود بعض أنواع الأشجار المعبلة مثل البتولا والخور. وتبلغ هذه الأشجار خطوط العرض الأعلى بين كلّ الأشجار الأخرى على الأرض. وقد تلاهمت النباتات والحيوانات الشمالية مع فصول النموّ القصيرة التي يطول فيها النهار، ويتحوّل المناخ من بارد إلى دافئ. وفصل الشتاء في هذه المناطق طويل وشديد البرودة، والنهار قصير؛ والقاعدة السائدة هي تراكم الثلوج بشكل دائم. وتُظهر الغابات الشمالية في أميركا الشمالية وأوروبا وآسيا أوجه شبه كثيرة، حتّى أنّها تتشارك بوجود بعض أنواع النبات والحيوان. ويُشار إلى الغابات الشمالية في روسيا وسيبيريا خصوصاً، باسم التّيجة أي «الفضيان الصغيرة»، وهو لقب أصبح الآن معتمداً بشكل واسع، كبديل لعبارة الغابة الشماليّة.

المشأ: خلال الفترة النهائية من البرودة الشديدة (من ٢٣,٠٠٠ إلى ١٦,٥٠٠ سنة مضت)، وفي الحقبة المتأخرة من العصر الجليديّ الحديث الأقرب (الپليستوسين) (الذي انتهى منذ عشرة آلاف سنة)، كانت الأنواع التي تشكّل اليوم الغابة الشماليّة، قد تراجعت إلى خطّ العرض ٣٠ درجة شمالاً بسبب أنهار الجليد القارّة في أوروبا وآسيا وأميركا الشماليّة، وأيضاً بسبب البيئة المفرطة في الجفاف والبرودة، في آسيا وأميركا الشماليّة، وهي مناطق لم يطلّها الجليد. وحين بدأت جبال الجليد بالإنحسار تدريجيّاً منذ حوالي ١٨,٠٠٠ سنة، أخذت أنواع النباتات في الغابة الشماليّة بالتقدّم شمالاً في أوروبا وأميركا الشماليّة. وكان زحف الغابة باتجاه الشمال، في شرق أميركا الشماليّة ووسطها، يتمّ بلبات وبشكل تدريجيّ نسبياً. ولكن، ومنذ حوالي ٩,٠٠٠ سنة في غرب كندا، توقّف هذا الزّحف بشكل استثنائيّ، عندما انتشرت بسرعة أشجارُ البيسيّة البيضاء على مسافة ٢,٠٠٠ كم باتجاه الشمال في الأراضي التي كان الجليد قد تركها حديثاً، وجرى ذلك في غضون ألف سنة فقط. ونتيجة هذا الانتشار السريع، تناثرت البذور النباتيّة، وساعدتها بذلك قوّة الرياح الشماليّة التي يسببها تيار هوائيّ يدور باتجاه عقارب الساعة، حول الغطاء الجليديّ المتبقّي، شمال ولاية كيبيك في كندا والقسم الغربيّ من خليج هدسون.

وكانت، في ذلك الوقت، كميات كبيرة من المياه توجد على الأرض بشكل جليد، الأمر الذي جعل مستوى سطح البحار أكثر انخفاضاً ممّا هو عليه اليوم؛ وسمح بالتالي لأنواع برّيّة مختلفة بالهجرة. وكان عدد كبير من الجزر الحاليّة، متّصلاً آنذاك بالبرّ المجاور؛ فالجزر البريطانيّة مثلاً، كانت متّصلةً بأوروبا. وحين بدأ المناخ يصبح أكثر دفئاً في المراحل الأخيرة من العصر الجليديّ، وقبل أن ترتفع

تمتد التّيجة إلى جنوب التندرة في المناطق القارّة التي تشهد شتاء طويلاً وقاسياً، كما في أوروبا الشرقيّة وسيبيريا وأميركا الشماليّة: الضروب الرئيسيّة من الأشجار التي تنمو في التّيجة هي من الأشجار الصنوبريّة ومنها الرايتنجيّة والأرزيّة، وبحوار الماء، القيثقب الجبليّ والخور والصنصاف والبتولا. تغطي الغابات الصنوبريّة مساحة شاسعة من الأرض، وتتجاور فيها الأشجار على نحو متقارب وكثيف. أما نبت الأجرّاج Undergrowth، المؤلّف من الجنبات والعليق، فليس كثيفاً جداً. تربة التّيجة فقيرة وأحياناً سيّخيّة. على رغم فقر البيئة النسيبيّ، توفرّ التّيجة الغذاء طوال السنة للحيوانات المتوّعة التي تسكنها. ومن هذه الحيوانات الذئب والدب والتعلب والغرّيز والقندس والمرموط والقاقم والدّلّق والوشق والإلكة والسنجاب والأرنب البريّ والقزّزِيل والعقاب وأبو زريق وكثير غيرها.

مياه البحر إلى مستواها الحاليّ، هاجر إلى بريطانيا، عددٌ من حيوانات ونباتات الأرض الأصليّة للغابة الشماليّة الأوروبيّة. وتوجد هذه النباتات والحيوانات اليوم كجزء من الغابة الشماليّة في هضاب اسكوتلاندا (الهاي لاندز). أمّا المناطق المنخفضة في وسط ألaska (الولايات المتحدة) ووسط مقاطعة يوكون في كندا، وفي أقصى شرق روسيا، والتي تميّزت بمناخ حارّ لا يسمح بتشكّل غطاء جليديّ، فقد كانت تتّصل ببعضها عن طريق جسر بيرينج البريّ، والذي هاجرت عبره عدّة أنواع من الحيوانات. وكنتيجة لذلك، يمكن ملاحظة وجود تدرّج في مواصفات النبات في ألaska، يبدأ في الأشكال الأميركيّة الشماليّة النموذجيّة في الشرق، وينتهي بالنباتات التي تحمل الخصائص الأوروبيّة الآسيويّة في الغرب.

التوزّع: الغابات الشماليّة في أوراسيا وأميركا الشماليّة، هي حزام عريض من النباتات، يمتدّ على كلّ من القارّات المذكورة، بدءاً من سواحل المحيط الأطلسيّ وحتّى سواحل المحيط الهادىء. وتحتلّ الغابات الشماليّة في أميركا الشماليّة، معظم أراضي كندا وألاسكا. وعلى الرغم من أنّ بعض أنواع الغابات الإنتقاليّة ذات الصلة بالغابات الشماليّة، موجود في شمال الولايات المتحدة، إلّا أنّ الغابة الشماليّة الحقيقيّة تنتهي شمال الحدود الكنديّة الجنوبيّة. وتمتدّ التّيجة (الغابة الشماليّة) الواسعة في آسيا عبر روسيا، ثم تتوجّه جنوباً إلى شمال شرق الصين ومنجوليا. أمّا في أوروبا فتغطّي الغابة الشماليّة معظم أنحاء فنلندا والسويد والنرويج. وتفتقر المنطقة الصغيرة والمعزولة من الغابة الإستوائيّة في هضاب اسكوتلاندا، إلى بعض الأنواع القارّة، إلّا أنّها تحتوي على النوع الصنوبريّ الأكثر انتشاراً في غابة أوراسيا الشماليّة، أي الصنوبر الاسكوتلانديّ.

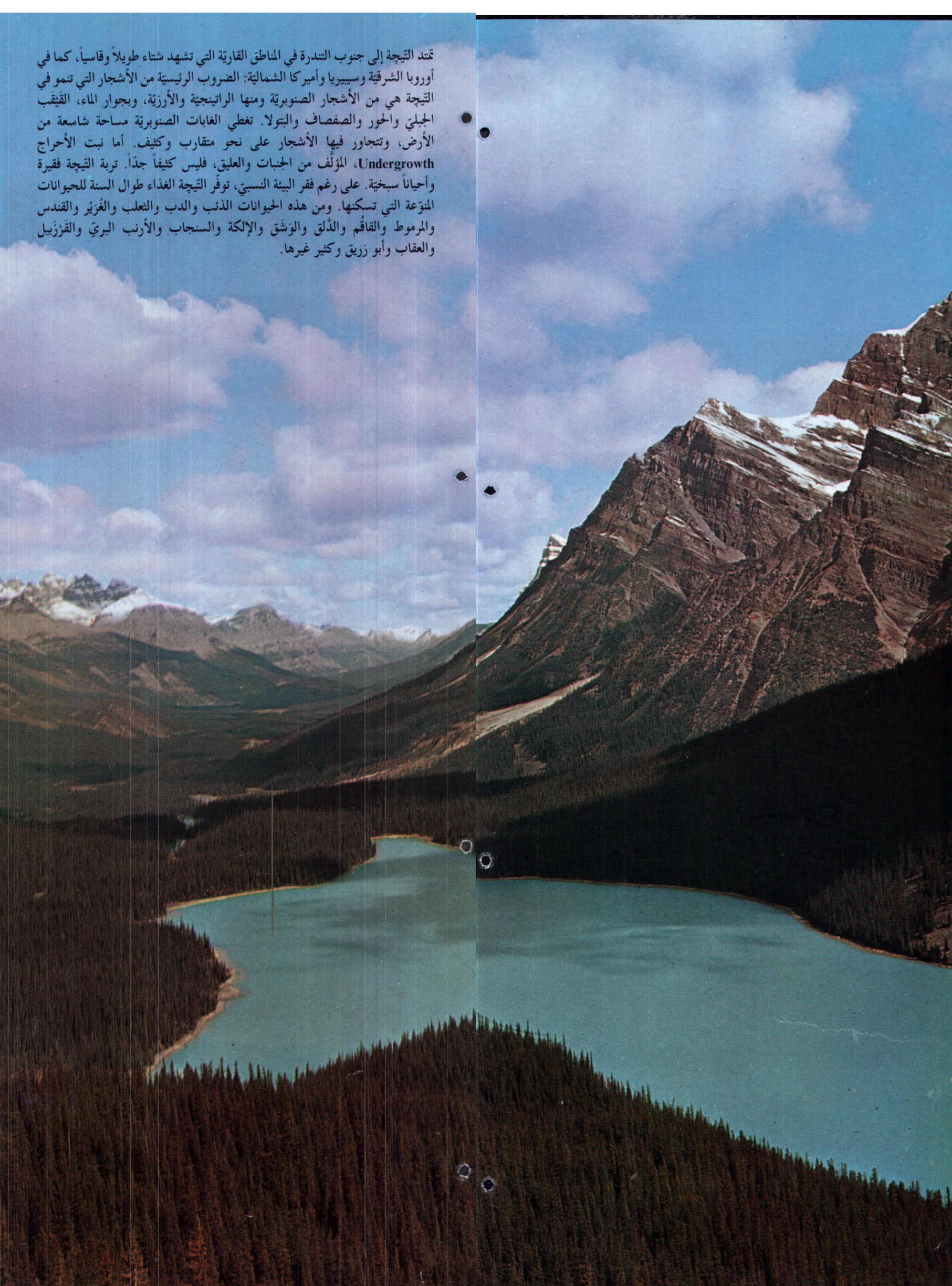
وتتحدّكم عادة، بالموقع الذي تحتلّه الغابة الشماليّة، عواملٌ مثل درجة الدفء خلال فصل النّموّ وحرارة التربة ودرجة الحرارة الدنيا في الشتاء. ويتألّف حزام الغابة الشماليّة من ثلاث مناطق متوازية تقريباً، وهي: الغابة الظليّة المغلقة، وحرّج الأشنة أو التّيجة غير الكثيفة، وغابة التندرة. وتشكّل الغابة الظليّة المغلقة، القسم الذي يقع في أقصى الجنوب من التّيجة، وهو يعتبر من أغنى المناطق تنوعاً والأكثر مردوداً، كما يتميّز بالتربة الأكثر دفئاً وموسم النّموّ الأطول. وإلى الشمال من هذه الغابة، تقع منطقة أصغر على الخطّ الموازي، وهي حرج الأشنة – عبارة عن غابة غير كثيفة أو حرج لا يأخذ الجزء الأعلى المتغصّن منه، شكلّ الظلّة. وتشكّل حصائر الأشنة وشبه نباتات المراعي القطبيّة أو التندرة، قمساً كبيراً من غطاء الأرض. وإلى الشمال من حرج الأشنة، تقع غابة التندرة، التي تنمو على طول شمال حدود المنطقة التي تنبت فيها الأشجار (خطّ الأشجار). وتنتشر على تقطّع، بقعٌ من الأشجار المتنوّعة، في مناطق محدودة من الطبيعة، فشكّل مع التندرة تشكيلة معقّدة من الفسيفساء. والمعروف عن الكثير من أشجار منطقة غابة التندرة بأنّها لا تحمل بذوراً قابلة للحياة، وهي إن فعلت، يكون ذلك بشكل متقطع. وقد ترسّخ وجود هذه الأشجار خلال الحقبات المناخيّة الأكثر

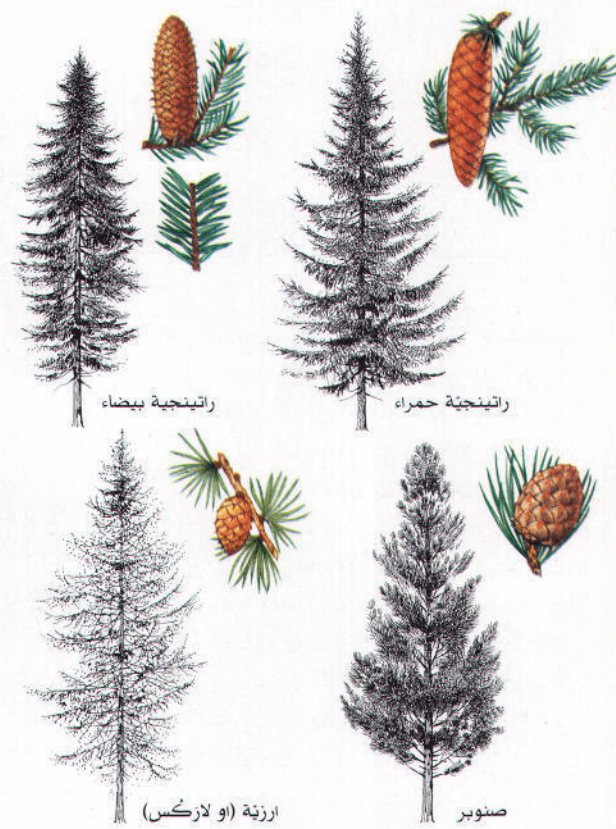
دفئاً، منذ بضع مئات إلى بضعة آلاف من السنين الفائتة، واستمرّت منذ تلك الحقبة عن طريق التكاثر اللاجنواجيّ. وتتسبّب حرائق الغابات بإزالة الأشجار من هذه المنطقة. وبسبب عدم قدرتها على التكاثر، فإنّ ما يبقى منها فقط هو بقع الأشجار التي لا تطاولها البران.

ولا تتوزّع الغابات المغلقة أو منطقة التّيجة الجنوبيّة وفقاً لحدود شرقيّ-غربيّ دقيق في كلتا القارّتين. فعلى الحدود الغربيّة لأوروبا، يسمح الدفء الذي يولّده تيار الخليج (الجولف ستريم)، بنمؤ الغابات الظليّة المغلقة في الشمال الأقصى من الموقع الذي تحتلّه، أي عادة بين ٦٠ ° و٧٠ ° شمالاً. يضاف إلى هذا أنّ تيار اليابان (تيار كوروشيو) وتيار المحيط الهادىء الشماليّ، غرب أميركا الشماليّة، ينسّبان بدفء المناخ وانحراف الغابات إلى داخل ألaska ومقاطعة يوكون في كندا. وعلى الحدود الشرقيّة للقارّتين، تتسبّب ككل الهواء القطبيّة الباردة التي تهبّ جنوباً على طول هذه الشواطىء، في انحراف الغابة الشماليّة نحو الجنوب، إلى ما بين خطّي العرض ٥٠ ° و٦٠ ° شمالاً، وهي أقصى الحدود الجنوبيّة للغابات الشماليّة، إذ أنّه إلى الجنوب من هذه الغابات، توجد في مناطق أوروبا وشرق أميركا الشماليّة الرطبة، غابات شماليّة انتقاليّة، أشجارها فضيّة ذات أوراق عريضة. وتتوزّع في هذه الغابات بقع صغيرة من الصنوبريّات الشماليّة على المواقع الأكثر برودة والأقلّ خصباً، كالأراضي الحثيّة الرطبة. وفي الوسط القاحل للقارّتين، تقع فسحة حرجيّة من الأشجار والمروج، على الحدود الجنوبيّة من الغابة الشماليّة الظليّة المغلقة.

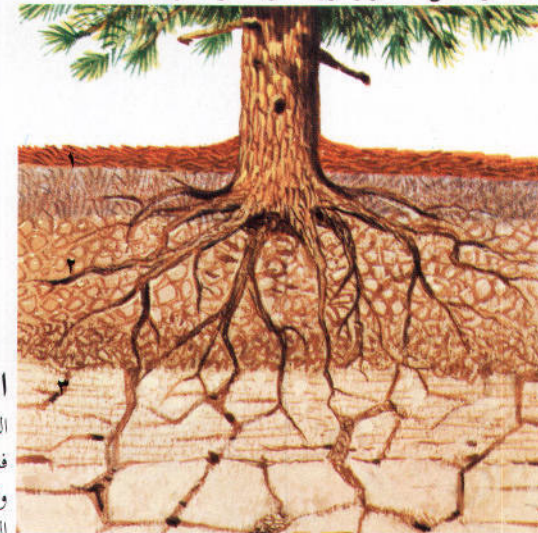
إنّ الأجزاء الوسطى من أوراسيا وأميركا الشماليّة هي مناطق منبسطة أو خفيفة الإنحدار. وتكون الحدود الشماليّة والجنوبيّة للغابات الشماليّة، في هذه الأجزاء، واسعة ومتدرّجة. وقد تبدّل موقع هذه الحدود عدّة مرات، بمقدار يصل إلى ٢٠٠ كيلومتر في فترة الآلاف الأخيرة من السنين. وفي المقابل، تكوّنت حدود واضحة، ولو معقّدة، بين الغابات الشماليّة (التّيجة) والتندرة الأليبيّة على جبال ساحل المحيط الهادىء في غرب أميركا الشماليّة، وفي أقصى شرق روسيا. وبشكل عامّ، فإنّ الغابات الشماليّة، لا تتّصل بغابة المطر الرطبة والمعتدلة أو شبه القطبيّة على ساحل ألaska ومقاطعة كولومبيا البريطانيّة، وذلك بسبب الحاجز الذي تشكّله الجبال العالية. إلّا أنّ بعض المناطق القليلة الإرتفاع يضمّ مناطق انتقاليّة، غالباً ما تتميّز بوجود أشجار هجينة من نوعي التّوب والبيسيّة البيضاء. أمّا في النرويج واسكوتلاندا، فيحتلّ شكل مختلف من الغابات الشماليّة نباتات شديدة الرطوبة.

إنّ كلّ شبكات الأنهر الكبرى في الغابات الشماليّة في سيبيريا (روسيا)، بما فيها أنهر الأوب، النينسي ولينا، تجري عمليّاً باتجاه الشمال. وبشكّل نهر الأوب في غرب سيبيريا، حوضاً واسعاً من الأرض المنخفضة، تغطّي نسبة كبيرة من سطحه، أراضيّ حثيّة رطبة. ولا تتواجد عادة غابات ظليّة مغلقة في مثل هذه الأوضاع داخل المنطقة الشماليّة.

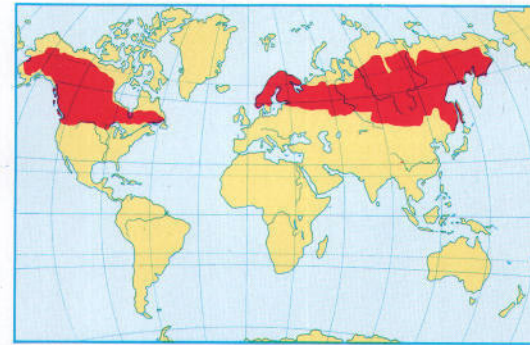




الأشجار: تتميز الراتينجية البيضاء بشكل مخروطي وأوراق إبرية ولحاء رمادي فاتح. وتتصف الراتينجية الحمراء بأغصان تنثني إلى الأسفل وأوراق إبرية صغيرة ولحاء بني ضارب إلى الحمرة. الأرزية شجرة نفضية تحمل أوراقاً إبرية طرية صغيرة ولها لحاء سميك. ويحمل الصنوبر أوراقاً إبرية طويلة ورفيعة.



الغابات الشمالية (التيجة)



التربة: يعزّز مناخ التيجية الرطب والبارد تراكم المواد العضوية الميتة في الطبقة العلوية من التربة (١)؛ تجري عملية تشكيل الدبال على نحو بطيء. فنظراً إلى ندرة الجراثيم وديدان الأرض، يستغرق تحلل المواد العضوية وقتاً طويلاً. يحرف المطر المعادن الأساسية مثل الحديد والألومنيوم إلى الطبقات السفلى(٢). طبقة متراسية تمتد فوق صخر الأديم(٣).



تتمد التيجية إلى جنوب التندرة في المناطق القارية التي تشهد شتاء طويلاً وقاسياً، كما في أوروبا الشرقية وسيبيريا وأميركا الشمالية: الضروب الرئيسية من الأشجار التي تنمو في التيجية هي من الأشجار الصنوبرية ومنها الراتينجية والأرزية، وبجوار الماء، القَيْقَب الجبلي والحدود والصفصاف والبتولا. تغطي الغابات الصنوبرية مساحة شاسعة من الأرض، وتتجاور فيها الأشجار على نحو متقارب وكثيف. أما نبت الأحراج Undergrowth، المؤلف من الجنبات والعليق، فليس كثيفاً جداً. تربة التيجية فقيرة وأحياناً سبخية. على رغم فقر البيئة النسبي، توفر التيجية الغذاء طوال السنة للحيوانات المتنوعة التي تسكنها. ومن هذه الحيوانات الذئب والدب والتعلب والغُرُز والقندس والمرموط والقاقم والدُّلق والوشق والإلكة والسنجاب والأرنب البري والقَرْزِيل والعقاب وأبو زريق وكثير غيرها.

الصيادون الماهرون

تشكّل القوارض والزواحف والطيور الكثيرة التي تعيش في التيجية، الفريسة المعتادة لفصيلة العرسيات (فأر الخيل (إلى اليسار)، ابن عرس، القاقم، الخ). تصطاد اللواحم الكبيرة، أي الدببة والذئاب (إلى أقصى اليسار)، الأيائل والإلكة، ولكنها ترضى بفريسة أصغر في حال لم تجد فريسة كبيرة بما فيه الكفاية لتسبعها.



في الأحراج الصنوبرية: لا تستطيع أن تعيش في هذه البيئة إلا طيور متكيفة على نحو خاص. يفتات الديك الرومي (إلى اليسار)، كطيور أخرى مماثلة، بأوراق الصنوبر الابريّة. توجد الإلكة (أذناه) في كل المناطق القطبية، وهناك عدد كبير من الأنواع المماثلة لها.



الجوارح: تصطاد جوارح التيجية الكبيرة في فرجات الغابات، حيث تنقض على فريستها وتحملها بعيداً.



السفناء:

تسقط إلا لبضعة أشهر في السنة، وذلك تقريباً من شهر تشرين الأول حتى آذار في نصف الكرة الجنوبي، ومن شهر نيسان إلى أيلول، في النصف الشمالي منها. ويبلغ معدل تساقط الأمطار السنوي عادة، من ٨٠٠ إلى ١٥٠٠ ملم، على الرغم من أنه قد ينخفض في بعض المواقع في وسط القارّات، إلى ٥٠٠ ملم. ومع أنّ فصل الجفاف هو عموماً أطول من فصل الأمطار، إلا أنه يتغيّر بشكل ملحوظ من شهرين إلى أحد عشر شهراً. ويتراوح متوسط الحرارة الشهريّ من حوالي ١٠° إلى ٢٠° مئوية، في فصل الجفاف، ومن ٢٠° إلى ٣٠° مئوية في فصل الأمطار.

يمكن تقسيم السفناء إلى ثلاث فئات، السفناء الرطبة، السفناء الجافّة والأجمات الشائكة، وذلك بحسب طول فصل الجفاف. ففي السفناء الرطبة، يدوم فصل الجفاف النموذجي من ثلاثة إلى خمسة أشهر؛ ويدوم في السفناء الجافّة، من خمسة إلى سبعة أشهر؛ أما في الأجمات الشائكة، فيبقى فصل الجفاف لفترات أطول. وهناك تصنيف بديل للتصنيف السابق، يتضمن غابات السفناء وفيها أشجار وشجيرات تشكّل ظلة تحجب الضوء، وسفناء الشجر حيث الأشجار والشجيرات متفرقة، وسفناء الشجيرات وتضمّ شجيرات مبعثرة، وأخيراً السفناء العشبية التي تغيب عنها عادة الأشجار والشجيرات. وهناك اقتراحات أخرى للتصنيف بالإضافة إلى التصنيفين السابقين.

وعلى الرغم من الفوارق الموجودة بينها، فإنّ كلّ أنواع السفناء تشارك بعدد من الخصائص البنيوية والوظائفية التي تميّزها. ويتم تعريف السفناء عادة، بأنها أنواع من الحياة النباتية الإستوائية أو شبه

الإستوائية، يغطّي أرضها بساط ممتدّ من الأعشاب ينغرس فيه بشكل عرضي، بعض الأشجار والشجيرات. وتوجد هذه الأنواع في المناطق التي تدلج فيها حرائق الأجمات، وحيث ترتبط أنماط النّموّ الرئيسيّة ارتباطاً وثيقاً بتناوب فصول الأمطار والجفاف. ويمكن اعتبار السفناء، من الناحيتين الجغرافية والبيئية، مناطق إنتقالية بين غابات مطر المناطق الإستوائية وبين الصحاري الموجودة على خطوط العرض الأبعد شمالاً وجنوباً.

إنّ التمييز بين السفناء والأنواع الرئيسيّة الأخرى من الحياة النباتية، كالغابات الإستوائية المبللة وأراضي الشجيرات، والأراضي العشبية هو تمييز اعتباري نوعاً ما. فالإنتقال من نوع إلى آخر، يتم عبر سلسلة من الحلقات المتصلة، وغالباً بدون حدود واضحة تفصل بين الأنواع. هذا بالإضافة إلى أنّ الحياة النباتية هي حياة غير ثابتة وتتغيّر باستمرار. وتزداد عادة أهمية وجود الأشجار كأحد عناصر السفناء الأساسية، مع تزايد نسبة هطول الأمطار. لكنّ عوامل أخرى، كطبيعة الأرض والتربة وكثافة الرعي، تؤثر كلّها بطرق معقّدة ومتنوّعة. وقد تتسبّب حرائق فصل الجفاف التي تغذّيها الأعشاب الجافّة، بموت بعض الأشجار، وخصوصاً الشجيرات البانعة الأضعف من غيرها. وبالتالي، فإنّ حجم هذه الحرائق يؤثر بشدّة على طبيعة نباتات السفناء. ومن بين العوامل المؤثّرة على هذه الطبيعة، عاملان يتواجدان منذ آلاف السنين ويتفاعلان بشدّة مع النشاطات البشرية، وهما الرعي والحرائق. وهكذا، فإنّ للإنسان تأثيره الضابط على طبيعة السفناء وديناميكيتها وتطوّرها وبنيتها وانتشارها في عدّة أجزاء من الكرة الأرضية.

التربة: وهي، عادة، قليلة الخصوبة في السفناء، لكنّها قد تظهر تنوعاً بارزاً على مستوى ضيق. وقد أثبتت التجارب في بيليز وأماكن أخرى، أنّه يمكن للأشجار أن تلعب دوراً هاماً في سحب المعادن المغذّية من طبقات التربة العميقة. فالأوراق الميتة وبقايا الأشجار الأخرى تتساقط على سطح التربة قرب الأشجار، حيث تتحلّل وتُطلق المواد المغذّية. وهكذا، فإنّ خصوبة التربة تزداد في المناطق القريبة من الأشجار بالمقارنة مع المناطق التي تقع بينها.

إنّ نسبة مرتفعة، تصل إلى حوالي ٣٠٪ من المواد العضويّة الميتة، تتحلّل عن طريق النشاطات الغذائيّة للنمل الأبيض. ذلك أنّ نسبة هائلة من المعادن المغذّية التي يتمّ تحريرها، يمكن أن تُخزّن لمُدّة طويلة في أوكار النمل الأبيض، حيث تكون غير جاهرة لكي تمتصّها جذور النباتات بشكل مباشر. وقد أظهرت السفناء في تايلاند، أنّه يمكن تحسين خصوبة التربة بشكل ملموس، عن طريق تحطيم أوكار النمل الأبيض، ميكانيكياً، ونشر المواد التي تحتويها، على سطح التربة. أمّا في كينيا، فإنّ أوكار النمل الأبيض القديمة والتي ترتفع عن سطح الأرض، تؤمّن مواقع لا تظالها الفيضانات، حيث يمكن للأشجار والشجيرات أن تنمو، فيما تنمو الأعشاب بين هذه المواقع، وتشكّل ما يُعرف بسفناء النمل الأبيض.

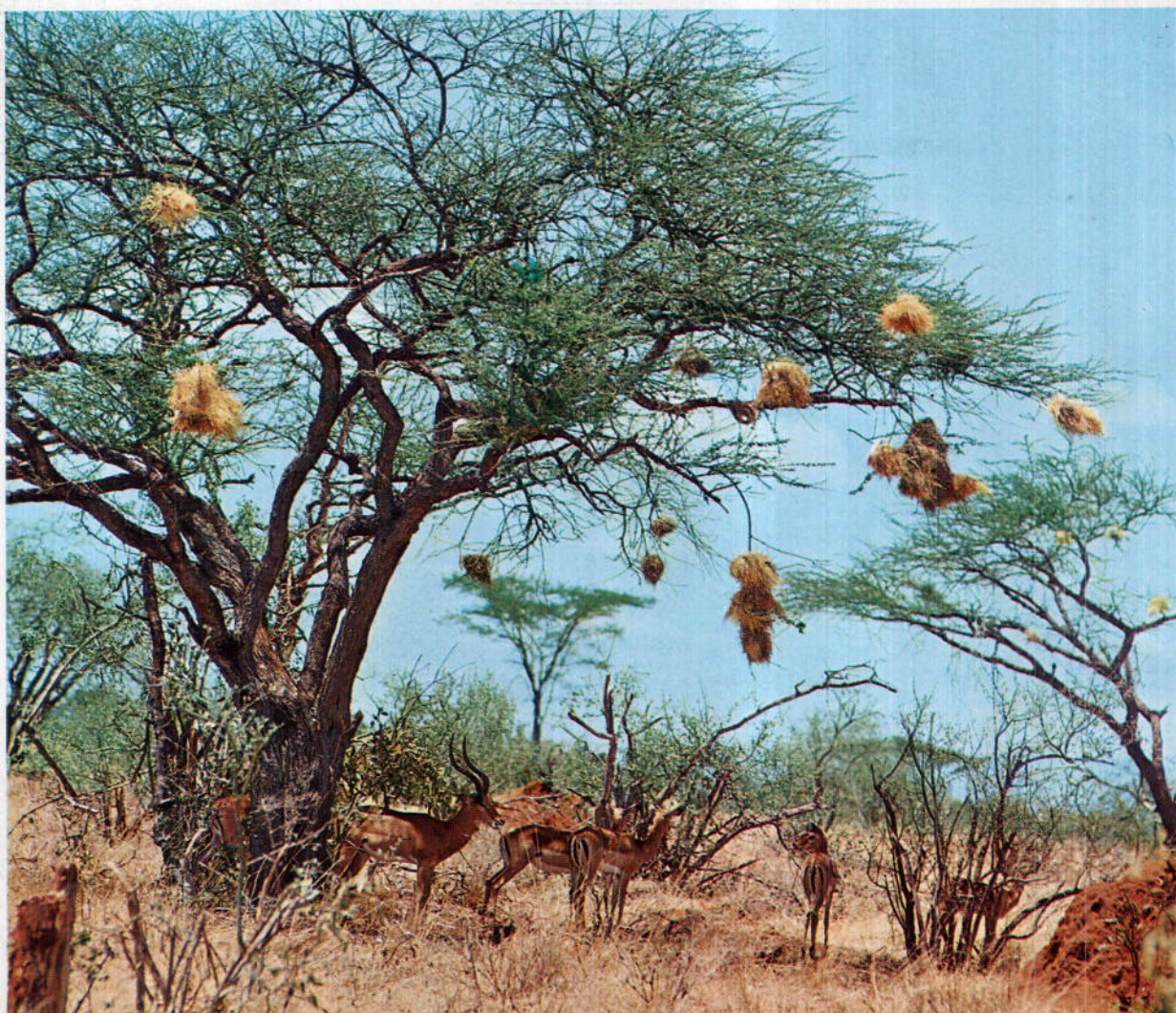
غابات ساحل الهاديء:

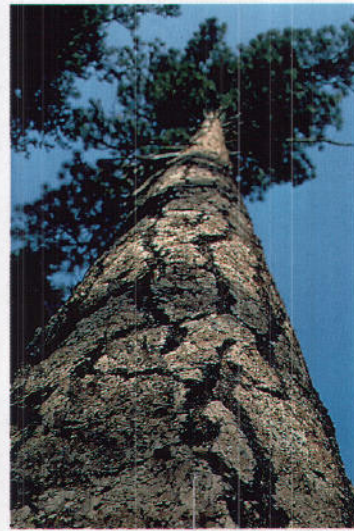
تتمدّ على طول المحيط الهاديء من غرب وسط كاليفورنيا إلى ألاسكا. وتساهم تيارات الهاديء الدافئة في إعطاء هذه المنطقة مناخاً لطيفاً على مدار السنة. وتحمل الرياح الدافئة المشبعة بالرطوبة المقبلة من المحيط، كميةً كبيرةً جدّاً من الأمطار. •

من مقومات السفناء (السافانا) مناخ حارّ وقحط متواصل على مدار السنة، لا تعكّره سوى فترات قصيرة من الأمطار الغزيرة.

أجام مجدبة، أعشاب جافة ومتينة، بعض أشجار الأفاقيا تتدلى من أغصانها أعشاش الطيور،

ومجموعات من الغزلان تسرح في كلّ مكان، كلّ ذلك يعطينا صورة نموذجية عن السفناء الأفريقية.





الأحراج شبه القطبية:

تتمدّ على طول الأطراف الشمالية للغابات الشمالية. ويسود هذه المنطقة مناخ شديد البرودة يتّصف بكميّة ضئيلة من الهواطل وبموسم نمو قصير جداً. وتجبر هذه الشروط المناخية القاسية الأشجار على النمو بشكل متناثر على غرار ما نجده في مناطق السفناء. وتطغى البيسيّة السوداء في القسم الأكبر من المنطقة، كما تنمو في بعض الأماكن أنواع أخرى من الأشجار الشمالية مثل الحور الرجراج واللازكس والبتولا البيضاء والبيسيّة البيضاء. وإلى شمال هذه المنطقة الحرجيّة تمتدّ التندرة القطبية الشمالية، حيث لا يستطيع أن ينمو أي نوع من الأشجار.

إزالة الأحراج

كان للأنشطة البشرية تأثير هائل في الغابات الحديثة. فمُنذ بدأت الزراعة قبل ١١,٠٠٠ سنة تقريباً، والغابات تُقطع لإنشاء المزارع والمدن. وفي القرنين التاسع عشر والعشرين، أُزيلت مساحات شاسعة من الغابات بسبب قطع الأشجار للغابات التجارية وبسبب التلوّث الصناعي.

وتزال الأحراج اليوم على نحو خطير في المناطق الإستوائية، نتيجة قطع الأشجار لتحضير الأرض للزراعة والصناعة. وحتى أواخر أربعينيات القرن العشرين، غطّت غابات المطر الإستوائية مساحةً بلغت حوالي ١٦ مليون كيلومتر مربع. لكنّها لم تعد تغطّي سوى حوالي ١٠ ملايين كيلومتر مربع في أواخر الثمانينات. ويُقدّر العلماء أنّ ٢٠ مليون هكتار من غابات المطر الإستوائية، تُزال في العالم سنوياً. ويحدث معظم هذا الإتلاف في أميركا اللاتينية وجنوب شرق آسيا.

وفي أماكن أخرى من العالم، يشكّل التلوّث سبباً رئيسياً لزوال الأحراج. فكثيراً ما تطلق المصانع غازات سامة في الجوّ وفضلات خطيرة في البحيرات والأنهار. ويمكن أن تتحد ملوثات الجوّ مع المطر أو الثلج، أو أي نوع آخر من الهواطل، وتسقط إلى الأرض على شكل مطر حمضي. ويمكن أن تُحدّ هذه الملوثات من نمو النباتات في منطقة معينة، وأن تقضي، في مآل الأمر، على معظم الحياة النباتية فيها. وفي بعض أنحاء من أوروبا، لحق ضررٌ جسيم بمناطق حرجيّة تُخصّصت منذ زمن طويل لإنتاج الأخشاب بشكل متواصل، وذلك بسبب التلوّث الصناعي. ويهدّد التلوّث أيضاً الغابات في شرق أميركا الشمالية.

إنّ لإزالة الأحراج الكثير من التأثيرات الواسعة المدى. فعلى سبيل المثال، إنّ انكماش الأراضي الحرجيّة يؤدي إلى تراجع كمية الأكسجين التي تطلقها النباتات في الجوّ بعملية التركيب الضوئي. ويشكّل تجدّد مخزون الأكسجين عنصراً حيويّاً لبقاء الكائنات التي تتنفس الأكسجين. أضف إلى ذلك أنّ كمية ثاني أكسيد الكربون تزداد في الجوّ، نظراً إلى تراجع كمية ثاني أكسيد الكربون التي تستهلكها عملية التركيب الضوئي. ونتيجة لذلك، تُحبس كمية أكبر من حرارة الشمس قرب سطح الأرض، بدلاً من أن تُعكس من جديد في الفضاء. ويعتبر الكثير من العلماء أنّ هذا التأثير المعروف بتأثير الدفيئة يسبّب ارتفاعاً مطّرداً في درجات الحرارة، قد يؤدي إلى اختلال الشروط المناخية السائدة على الأرض. وتؤدي إزالة الأحراج أيضاً إلى إزالة مواطن الكثير من الكائنات الحيّة. وقد أدّت إزالة الأحراج إلى انقراض أعداد لا تُحصى من أنواع النباتات والحيوانات.



الغابات والأشجار.

التَّنْدَرَة



التندرة منطقة شبه خالية من الأشجار، تمتد بين التَّيجَة - منطقة الغابات الصنوبرية في نصف الكرة الشمالي - والمنطقة القطبية. لا يوجد مماثل للتندرة في نصف الكرة الجنوبي لأنه عند العرض نفسه (٦٠° - ٧٠°) لا توجد أرض يابسة في الجنوب.



القوارض: على رغم قسوة المناخ، يمضي الكثير من الحيوانات كامل أيام السنة في منطقة التندرة. تمضي القوارض مثل الهيكا (أعلاه، إلى اليسار) واللاموس (إلى اليسار) والمرموط (أعلاه، إلى اليمين) فصل الشتاء الطويل في جحور تحت الأرض.



تتميّز التندرة بدرجات حرارة منخفضة (يبلغ المعدّل في أدفأ أشهر السنة +١٠° مئوية) وأرض مجمّدة معظم أيام السنة. حتى في فصل الصيف القصير، لا يذوب الجليد إلا سطحياً، وتبقى الطبقة السفلية مجمّدة بشكل دائم (الجمّد السرمدي).

في فصل الشتاء الطويل، يؤدي عمل الثلج والصقيع إلى تكسير الصخور، ما يغيّر من مظهر صفحة الأرض ويجعل نمو النبات صعباً. مع قدوم الربيع، يذوب الثلج ليشكل مناطق سبخية. وبفضل الرطوبة وأشعة الشمس، التي تسطع لوقت أطول في كل يوم، وطوال ٢٤ ساعة في اليوم في أوج الصيف، تكتسي التندرة بغطاء من الطحالب والأشنات. الحياة الحيوانية صعبة في التندرة بسبب فصل الشتاء القاسي والمعتّم.

الإسبات والهجرة: بعض الثدييات تصبح نائمة، لا أكثر، في فصل الشتاء، ولكن عدداً كبيراً من الحيوانات تصرف الشتاء في الشتات. بعض الحيوانات الأخرى تهجر التندرة في الشتاء، ومنها الزئنة وعدد كبير من الطيور وكل الحيوانات التي تجد غذاءها في الأنهار والبحيرات، التي تتجمّد طوال أشهر كثيرة في السنة. الوشق (إلى اليمين) والثعلب القطبي (إلى أقصى اليمين).



ظلّ المطر: يُشير «ظلّ المطر» إلى الأراضي الجافّة التي تقع على جهة الجبال التي تهبّ نحوها الرياح، تلك الجهة البعيدة عن الرياح المسيطرة. تروج ظلال المطر في الأماكن حيث تقع الجبال في موازاة السواحل. عندما تواجه الرياح المشبعة بالرطوبة التي تهبّ إلى الداخل من المحيط، المنحدرات التي تهبّ منها الرياح لسلسلة جبلية، فإنّها تُجبر على الارتفاع. هذه العملية التي تُدعى الرفع التضاريسيّ تزيد رطوبة الهواء النسبية. تتشكل الغيوم، وسرعان ما يبدأ التساقط مع استمرار الهواء بالارتفاع. وعندما يميّز الهواء فوق قمّة السلسلة ويبدأ بالهبوط، يكون قد جُرد من الرطوبة تقريباً. يصعب على الغيوم والتساقط أن يتشكّلا بسبب الهواء الهابط. مع تحرك الهواء نزولاً على المنحدرات التي تهبّ نحوها الرياح، فإنّه يضغظ حينها بتقل الهواء فوق. وهذا يدفع الهواء، وبذلك يُخفّض الرطوبة النسبية. يقع الجزء الشرقيّ لولاية واشنطن مثلاً، في ظلّ المطر لسلسلة جبال الكاسكاد، وهي منطقة نصف جرداء تستعمل لزراعة الخنطة؛ أمّا الجزء الغربيّ للولاية، ذو الأمطار الوفيرة، ففيه الكثير من الغابات.



التندرة

التندرة منطقة باردة تتميز بغطاء نباتي غير كثيف. ثمة نوعان من التندرة: التندرة الألبية الموجودة في سلاسل الجبال المرتفعة في المناطق القريبة من خطّ الإستواء والتندرة القطبية الشمالية في المناطق القارية التي تحوط بالبحار القطبية في أقصى الشمال. ويتقاسم النوعان بعض الميزات المشتركة. على سبيل المثال، إنّ أنواع النباتات في كلا النوعين محدودة العدد. وقد تأقلمت النباتات مع المواسم الشتوية^(١) القصيرة ودرجات الحرارة المنخفضة. ولكن على رغم ذلك هناك اختلافات مهمة بين نوعي التندرة.

التندرة الألبية

يعود انخفاض درجات الحرارة في التندرة الألبية إلى الإرتفاع العالي لا إلى القرب من القطب. برياحها الشديدة وثلوجها وحراراتها المنخفضة والكثيرة التقلب، تشكل التندرة بيئة قاسية للنباتات. التندرة الألبية هي المنطقة الواقعة عند قمم الجبال فوق النطاق الشجري، أي فوق الحد الذي لا ينمو الشجر بعده بصورة مستمرة. هنالك حوالى ١٠ ملايين كم^٢ من هذا النوع من التندرة وتقع في معظمها في المناطق المعتدلة شمال خطّ الإستواء.

على خلاف التندرة القطبية الشمالية التي تتعرض لأشعة الشمس خلال فترات طويلة في فصل الصيف ولكنها تحرم أشعة الشمس أثناء الشتاء القطبي الطويل، فإنّ التندرة الألبية تتلقى يومياً بعض الكميات من أشعة الشمس. يستمرّ الموسم الشتوي ٥٠ إلى ١٨٠ يوماً. ويتوقف انتشار النباتات في التندرة الألبية بصورة كبيرة على توزيع الرطوبة وعلى درجة التعرض للريح في منطقة معينة. في المناطق الأكثر ارتفاعاً التي تدرؤها الرياح، لا يمكن سوى نباتات صغيرة جداً تدعى الأشنة أن تتعلّق بالصخور. تحت منطقة نمو الأشنة، تنمو النباتات الوثائية^(٢) في المنخفضات الصخرية، مشكلةً حصيراً متماسكاً يساعد على حمايتها من لسعة الرياح. كما تقوم النباتات، بفضل تركيبها الخاصة، باحتجاز الحرارة. في مناطق التندرة الألبية التي تتمتع بحماية أكبر من الريح، يمكن نباتات الشُعادي^(٣) Sedges والنباتات المزهرة أن تكسو الأرض. كما يمكن أن تنشأ المروج في الأترية التي تتمتع بتصرف جيد

للمياه. في المروج الرطبة Bogs وحدها، تكون حالة التربة مماثلة لتلك التي في التندرة القطبية الشمالية الرطبة. معظم النباتات الألبية معمرة، أي إنّها تدوم أكثر من موسم نباتي واحد.

من الحيوانات التي تعيش في مناطق التندرة الألبية الماعز والغنم والمَرْمُوط^(٤) وعدد من أنواع الطيور والحشرات.

التندرة القطبية الشمالية

تغطي التندرة القطبية الشمالية مساحة تعادل حوالى عشر مساحة الأرض اليابسة (١٥ مليون كم^٢). وتقع مبدئياً في المناطق القطبية في أقصى الشمال، بين الحدود الشمالية للغابات والمحيط المتجمّد الشمالي. في القسم الجنوبي من الأرض، لا توجد في القارة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا) الغطاء بالجليد، مساحات من التندرة الجيدة النمو ولكن تنمو فيها مع ذلك الطحالب^(٥) والأشنة.

في المناطق القطبية الشمالية، تبقى درجات الحرارة في الصيف تحت ١٠° مئوية ويستمرّ الموسم الشتوي ٥٠ إلى ٦٠ يوماً. إنّ الجمد السرمديّ Permafrost، وهو طبقة من الأرض تقع تحت السطح وتكون متجلّدة باستمرار، هو أساساً من خصائص التندرة القطبية الشمالية على رغم وجوده أيضاً في التندرة الألبية في أقصى الشمال أو في المرتفعات العالية جداً. يتألف الجمد السرمديّ من تربة وتراب وحصى تتجلّد عموماً معاً فتشكل كتلة صلبة. ويمكن أن يصل الجمد السرمديّ إلى عمق ٤٥٠م. في الصيف، عندما تذوب الطبقة السطحية التي تعلو الجمد السرمديّ، تقوم طبقة التحترية^(٦) المتجلّدة بمنع المياه من التسرب عبرها. فتتشكّل إذذاك بركيات وبحيرات ومستنقعات تنمو فيها، خلال الصيف القطبي القصير، بعض النباتات التي تتأقلم بشكل جيّد مع هذه البيئة.

تنتشر الأشنة بشكل أوسع في التندرة القطبية منه في التندرة الألبية. في المنطقة القطبية الشمالية، لا تغطي الأشنة الصخور فقط بل الخشب وسطح الأرض أيضاً. لا تنمو في تربة التندرة القطبية المشبعة بالماء سوى نباتات تمتاز بجذور قليلة العمق، مثل الأعشاب والنباتات المزهرة الصغيرة. تمنع عوامل عدّة، منها الجمد السرمديّ ودرجات

الحرارة المنخفضة والرياح العاتية، نموّ الأشجار على أكمل وجه. إنّ معظم نباتات التندرة القطبية نباتات معمرة. وقد تأقلمت النباتات مع المناخ القاسي فهي تتمتع بأنسجة حيّة أو جذور تبقى محفوظة في الأرض المتجلّدة معظم أيام السنة. عندما يأتي الصيف وذوب الجليد، تزهّر هذه النباتات في غضون أيام. بعض الأنواع مزوّدة أوراقاً كبيرة جداً قبل نحو الشمس لالتقاط أكبر كمية ممكنة من الضوء. بعضها الآخر مزوّدة ساقاً فارغة مجوّفة تحتجز الحرارة أو غلافاً واقياً. عشبة القمل Lousewort الصوفية مثلاً، عشبة مغلّفة بكتلة من الألياف الدقيقة.

تكوّن التندرة القطبية الشمالية منذ وقت غير بعيد نسبياً - بالمنظور الجيولوجي - عندما بدأت أنهار الجليد^(٧) بالتراجع بعدما بلغ أحدث عصر جليديّ ذروته وذلك قبل حوالى ١٨,٠٠٠ سنة. ويستمرّ الجليد اليوم بتكوين منظر التندرة التي تمتاز أرضها بأشكال غير اعتيادية، منها الپنجو Pingo والمضلّعات^(٨). إنّ الپنجو عبارة عن تلة صغيرة لها نواة جليدية، تتشكل عندما يحبس الجمد السرمديّ المياه السطحية فتتجلّد بدورها. وبتمّده يدفع الجليد إلى الأعلى طبقة التراب والحصى التي تعلوه. تمتدّ بعض تلال الپنجو على ٥٥٠م ويصل ارتفاعها إلى ٤٥م. أما المضلّعات فتتكوّن عندما يؤدي تجمّد التربة ثم ذوبانها إلى تمّدها ثم انقباضها مما يؤدي بدوره إلى حدوث شقوق في سطح التندرة. تمتلئ الشقوق بالماء الناتج من ذوبان الثلج ثم يتجلّد الماء مشكلاً أوتاراً جليدية عمودية. تكون المضلّعات المتشابكة على الأرض شكلاً شبيهاً بقرص العسل.

إنّ الحياة الحيوانية في التندرة القطبية الشمالية، والتي تتضمن الثعالب والديبة القطبية والذئاب الرمادية والزئنة وثيران المسك^(٩)، هي أغنى بكثير من الحياة الحيوانية في التندرة الألبية. تعيش ملايين الطيور في المنطقة أثناء الصيف وتقتات بالسماك والحشرات مثل الذباب والبعوض. تعيش بعض الحيوانات في منطقة التندرة على مدار السنة؛ أما بعضها الآخر فيهاجر إليها في الصيف فقط. وقد تكيفت الحيوانات بطرق متعدّدة مع الحياة في التندرة. لثور المسك، مثلاً، وبر أشعث وطبقة صوفية

تحتية يحميانه من البرد. وللرنة حوافر كبيرة مقعّرة تحميها من الغرق في الثلج أو في التربة الرطبة.

من الحيوانات الشائعة في التندرة، نذكر اللاموس وهو مخلوق صغير يشبه الفأر. يأكل اللاموس المغطى بالفراء، ضعيف وزنه من الطعام كلّ يوم. إنّ الجهاز الهضمي لدى اللاموس غير فعال، مما يؤدي إلى تحويل ٧٠٪ من الطعام الذي يأكله إلى براز يُطرح في تربة التندرة حيث يساعد في تغذية النباتات. يزيل اللاموس الثلج والنباتات الميتة ليصل إلى البراعم أو الفروع الطرية للنباتات الجديدة النامية. فيسرّع هذا من دورة انحلال النبات وتجدهد كما يضيف مواد مغذية إلى التربة.

إنّ الموارد الطبيعية كالفحم والنفط والغاز الطبيعي قد جذبت الإنسان إلى التندرة القطبية الشمالية. في البدء، لم يكن الإنسان مدرّكاً لطبيعة النظام البيئي السريعة العطب. فقام بإزالة طبقة التربة التي تغطي الجمد السرمديّ، الذي سريعاً بدأ بالذوبان، ما أدى إلى غرق المنشآت المبنية فوق الجمد السرمديّ أو انهيارها. وقامت العربات الثقيلة بالقضاء على النباتات تاركةً وراءها أثراً عميقاً في الأرض. بسبب عوامل التآكل والتعرية، تصبح بعض هذه الآثار أكثر عمقاً فتشكّل أخاديد^(١٠) ثم تعرض وتتسع فتشكل وهاذا^(١١). إنّ القضاء على الجمد السرمديّ يهدّد بقاء الحياة النباتية في التندرة. قام النفط المراق بالقضاء على النباتات وتسرب إلى نظام التصريف الطبيعي. وأدى تلوث الجو الذي مصدره أميركا الشمالية وأوروبا والاتحاد السوفياتي السابق إلى نشر ضباب رقيق فوق منطقة القطب الشمالي. ونظراً إلى ضلالة الهواطل لا يتمّ جرف المواد الملوثة بسهولة.

تبذل اليوم جهود لحماية التندرة. في سبيل منع الجمد السرمديّ من الذوبان، تغطي مواقع المنشآت بطبقة سميكة من الحصى أو تركّز المباني على دعائم تؤمّن طبقة عازلة من الهواء في الأسفل. وقد تمّ رفع خطوط المياه الساخنة وأجزاء من أنابيب النفط التي تمر عبر ألاسكا، على ركائز من الصلب فوق سطح الأرض. سوف يعتمد مستقبل التندرة القطبية الشمالية، حيث من السهل الإخلال بالتوازن البيئي، على طريقة تفاعل الإنسان مع هذه المنطقة السريعة العطب.



تتوزّع الصحاري على طول قطاعين متقطعين، أحدهما إلى شمال خط الاستواء والآخر إلى جنوبه، وهي توجد، عموماً، في المناطق الداخلية من القارات. تضمّ أفريقيا الصحراء الكبرى (أدناه، إلى

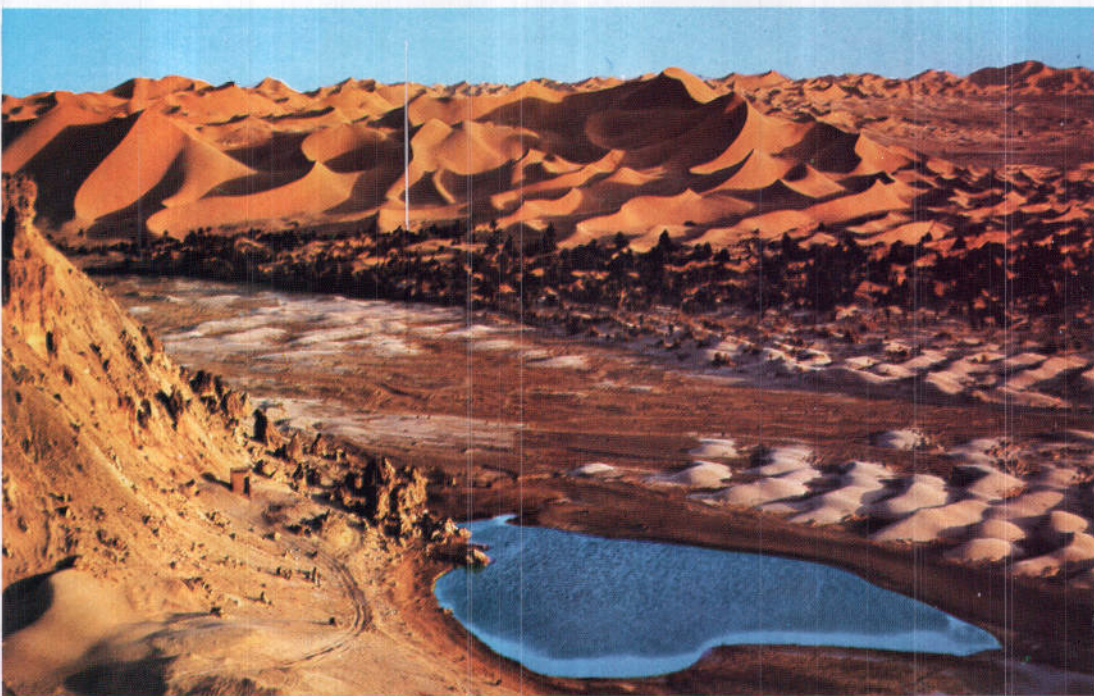


الصحراء المزهرة: تحوّل

الأمطار الكثيفة الصحراء، لمدة قصيرة، إلى حديقة غناء، فتتفتح الأزهار المتعددة اللون على النباتات الغضة وتُفْرِخ البذور التي سبتت ربما سنين عدة.



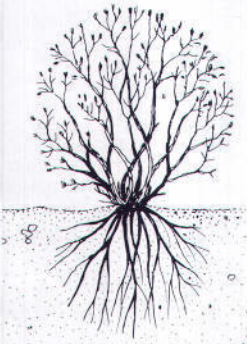
اليمين) وصحراء كالاهاري وصحراء ناميبيا. في آسيا، نجد الصحراء العربية وصحراء تركستان وصحراء جوبي وصحراء تار الهندية وتكلا ماكان الصينية.



ساهمت عوامل عدة في تكوين الصحاري، لكن الجفاف هو دون شك أهمها. والجفاف نتيجة مباشرة لتوزيع الكتل الهوائية التي تحمل الرطوبة وتنتشرها في شكل مطر. على سبيل المثال، إن مناطق الضغط المرتفع التي تتشكل فوق الصحاري الحارة، تتسبب بنشوء تيارات من الهواء الحار تمتصّ الرطوبة بدلاً من توفيرها. في الصحاري الساحلية في البيرو والتشيلي (أميركا الجنوبية) وناميبيا (أفريقيا)، تكثّف التيارات القطبية الجنوبية الباردة الرطوبة في شكل سحب بعيدة عن الشاطئ لا تعود على اليابسة بكمية تذكر من المطر. في حالات أخرى، تسدّ سلاسل جبلية عالية الطريق أمام الرياح الرطبة الآتية من البحر، كما في الصحاري الآسيوية الباردة.

النبات: طوّرت النباتات

تكيّفات عدة لمواجهة الجفاف. بعض النباتات الصحراوية مزوّدة نظاماً جذرياً ضخماً يسمح لها بجمع أقصى كمية ممكنة من الماء، بعضها الآخر يخزّن الماء في جذوره ودرّزاته؛ وتجمّع النباتات اللحيمية الماء في أنسجتها، فيما تخزّن نباتات أخرى الماء في أوراقها الشمعية.

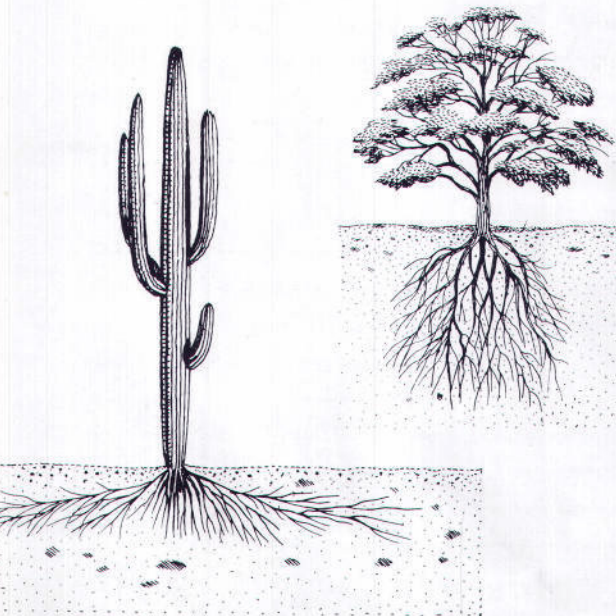


صنار منقّح
بالله (أي اليسار)
وصنار عادي
الشكل

الصحاري



في الأمريكتين، هناك الحوض الكبير وصحاري موهافي وسونورا وتشيووا وجراند كانيون وياتاجونيا وأتاكاما ونذكر أخيراً الصحراء الكبرى الاسترالية. الصحاري مناطق قاحلة ولاضبابية لها مظاهر مختلفة وتتميّز بكمية مطر سنوية لا تتجاوز ٢٥٠ ملليمتراً. نظراً إلى صفاء السماء وخلوها من السحب، تمتص الأرض ٩٠٪ من حرارة الشمس، ما يجعل درجات الحرارة مرتفعة جداً في النهار. في الليل، تفقد الحرارة ويمكن لدرجات الحرارة أن تنزل تحت الصفر.



(١) الموسم الشتوي: الموسم الذي تعيش فيه النباتات وتنمو.
(٢) النباتات الوثائية: تشكل سطحاً ليناً كالورسادة.
(٣) الشُعادي: نبات عشبي ينمو في المستنقعات.
(٤) المَرْمُوط: حيوان من القوارض.
(٥) الطحالب: ج. طحلب، وهو نبتة صغيرة لها ساق بسيطة والكثير من الأوراق الصغيرة.
(٦) التحترية: طبقة الأرض الواقعة تحت التربة مباشرة.

(٧) نهر الجليد: كتلة ضخمة من الجليد، تتشكل في المناطق القطبية وفي أعلى الجبال وتتحلر ببطء على المنحدرات وفي الأودية.
(٨) المضلّعات: ج. مضلّع، Polygon وهو شكل هندسي كثير الأشكال والزوايا.
(٩) ثور المسك: ثور بوزي جرينلاندي أو أميركي.
(١٠) الأخاديد: ج. أخدود، وهو الحفرة المسطحة.
(١١) الوهاد: ج. وهد، وهو واد صغير ضيق شديد الإنحدار.

الصحاري

يستخدم الناس الصفات «حارة»، «جافة» و«فارغة» لوصف الصحاري، لكنَّ هذه الكلمات لا تبخر القصة بكاملها. رغم أنَّ بعض الصحاري حارَّ جداً مع درجات حرارة نهاريَّة تصل إلى ٥٤ مُئوية، فإنَّ في بعض الصحاري الأخرى فصول شتاء باردة أو هي باردة كلَّ السنة. كلَّ الصحاري قاحلة أو شديدة الجفاف؛ ويهطل المطر على بعضها بندرة، كلَّ خمسين سنة. ورغم هذا، تخطف الفيضانات المفاجئة في الصحاري أرواحاً أكثر ممَّا يفعل العطش. ومعظم الصحاري بعيداً عن كونها فارغة وخالية من الحياة، مأوى للكثير من النباتات والحيوانات.

يُتفق معظم الخبراء على أنَّ الصحراء منطقة من الأرض تستقبل ٢٥ سم أو أقلَّ من المطر في السنة. تتجاوز كمية التبخير فيها بشكل كبير كمية المطر السنوي الهائل. في كل الصحاري، هناك القليل من الماء متوفِّر للنباتات والحيوانات.

تغطّي المناطق الصحراويَّة أو القرية من الصحراويَّة أكثر من ٤٩ مليون كم^٢ أو حوالي ثلث مساحة اليابسة على الأرض، حيث تعيش بليون نسمة تقريباً أي خمس سكان الأرض .

بعض الصحاري جليبي، وبعضها الآخر امتدادات جافة من الصخر والرمل والمنبسطات الملحقة.

أنواع الصحاري

منذ آلاف السنين، كان طقس الصحاري أكثر اعتدالاً ورطوبةً من العصر الحالي، حيث الجفاف والقساوة، بدليل وجود آثار حيوانات وقيور وفؤوس حجرية.

يمكن تقسيم صحاري العالم إلى خمسة أنواع: شبه الإستوائية، الساحلية، ظلَّ المطر، الداخلية والقطبية، وذلك حسب أسباب جفافها. يقع معظم الصحاري على امتداد مدار السرطان بين الدرجتين ١٥ و ٣٠ شمال خطَّ الإستواء، أو على امتداد مدار الجدي بين الدرجتين ١٥ و ٣٠ جنوب خطَّ الإستواء. **الصحاري شبه الإستوائية**: تسببها أشكال دوران الهواء في غلاف الأرض الجوّي. يرتفع الهواء الحارَّ والرطب قرب خطَّ الإستواء، فيبرد ويهطل رطوبته على شكل أمطار استوائية غزيرة. يبتعد الهواء الأبرد والأجفَّ بعيداً عن خطَّ الإستواء. عندما يصل إلى جوار المناطق شبه الإستوائية قرب مداري السرطان والجدي، يهبط الهواء ويدفأ. يعرقل الهواء الهابط تشكيل الغيوم، فلا يهطل إلَّا مطر قليل على الأرض تحته. أكبر صحاري العالم الحارَّة هي الصحراء الكبرى شمال أفريقيا (شبه استوائية) ولها مساحة الولايات المتحدة تقريباً. الصحاري شبه الإستوائية الأخرى هي صحراء كالاهاري في جنوب أفريقيا وصحاري أستراليا.

الصحاري الساحلية: تنشأ بشكل عامٍّ عن تيارات المحيط الباردة المتحرِّكة على طول الساحل. يخلق الهواء الذي يهبُ باتجاه الشاطئ والذي تبرِّدة ملاصقة المياه، طبقةً من الضباب التي تُنقل إلى اليابسة. رغم ارتفاع نسبة الرطوبة، فإنَّ الإضطرابات الجويَّة التي تخلق المطر في العادة غير موجودة. قد تكون الصحراء الساحلية عديمة المطر تماماً تقريباً. ولكنَّها في غالب الأوقات ضبابية. صحراء أتاكاما في التشيلي هي صحراء ساحلية، إنَّها إحدى أجفَّ صحراء على وجه الأرض، في بعض المناطق منها، وهي مغطَّاة في غالب الأوقات بالضباب، لكنَّ المطر بالكاد يمكن قياسه.

صحاري ظلَّ المطر: توجد صحاري ظلَّ المطر قرب السفوح التي لا تواجه الرياح السائدة في بعض سلاسل الجبال. عندما يصادف الهواء الموسوق بالرطوبة سلسلة جبال، يُجبر على الإرتفاع، فيبرد، ويُسقط رطوبته على السفوح المواجهة للرياح. وعندما يتحرك الهواء، ويبدأ بالهبوط على السفوح غير المواجهة للرياح لا يتبقَّى سوى القليل من الرطوبة. يجعل الهواء الهابط الأمر صعباً على الغيوم والمطر كي يتشكَّلا. توجد صحاري ظلَّ المطر غالباً في هذه الظروف القاحلة، مثل صحاري باتاجونيا في جنوب الأرجنتين بسبب وجودها قرب السفوح غير المواجهة للرياح، وهي السفوح الشرقية لجبال الأنديز.

الصحاري الداخلية: توجد الصحاري الداخلية القائمة في قلب آسيا وفي عمق بعض القارَّات الأخرى، بسبب عدم وصول أيِّ رياح موسوقة بالرطوبة إليها. مثلاً، تقع صحراء جوبي في وسط آسيا على بعد مئات الكيلومترات من المحيط. والرياح التي تصل إلى صحراء جوبي فقدت رطوبتها منذ مدَّة طويلة.

الصحاري القطبية: تصنَّف أجزاء من المنطقتين القطبيتين (أركتيكا وأنتاركتيكا) على أنَّها صحاري. تستقَى المناطق المتجمَّدة التي تتلقَّى سنويّاً أقلَّ من ٢٥ سم من المطر صحاري قطبية. إنَّها تحتوي كتيبات هائلةً من الماء، لكنَّ معظم الرطوبة مسجونة في الجليد على طول السنة. وهكذا لا يتوافر إلَّا القليل من الماء للنباتات والحيوانات، كما في الصحاري الحارَّة.

خصائص الصحراء

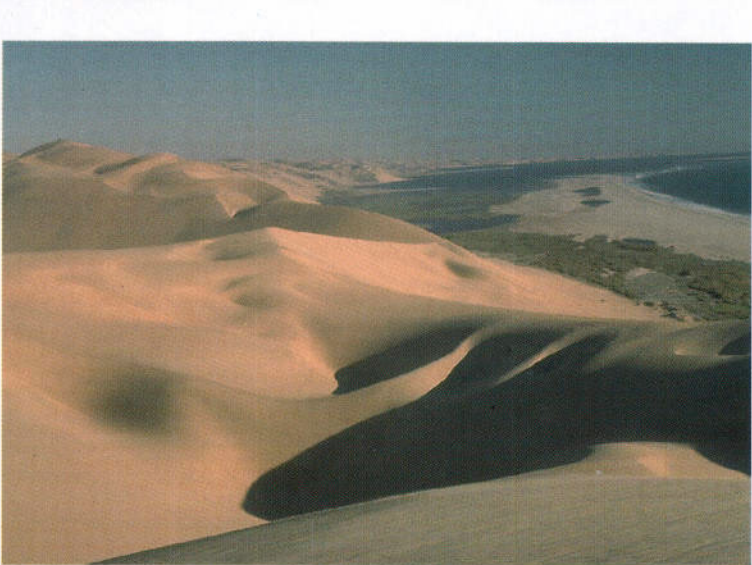
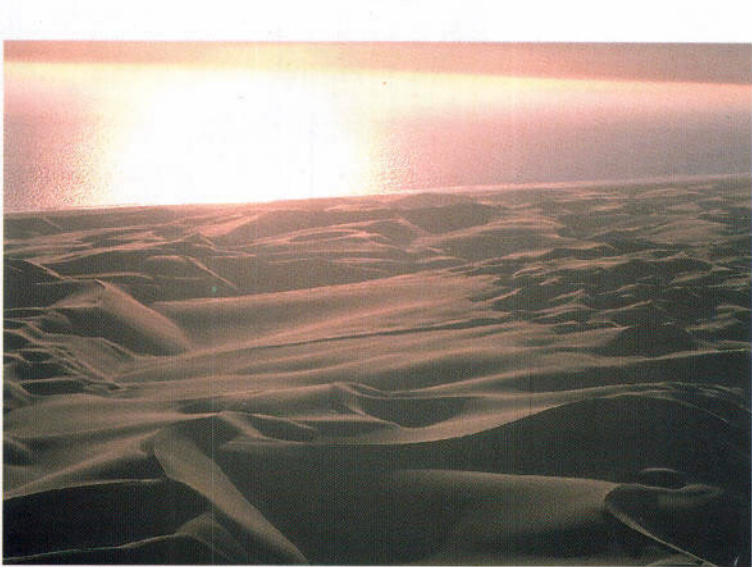
الرطوبة، بخار الماء في الهواء، تقارب الصفر في معظم الصحاري. يتبخَّر المطر الخفيف غالباً في الهواء الجافِّ دون أن يصل الى الأرض. تأتي العواصف المطرية أحياناً على شكل وابل عنيف (٢٥ سم من المطر في الساعة).

تكون الرطوبة عادة منخفضة جداً في الصحاري التي لا يوجد فيها ما يكفي من بخار الماء ليشكَّل غيوماً. تشقُّ أشعة الشمس طريقها خلال سماء صافية، وتحرق الأرض التي تسخن الهواء لدرجة يرتفع معها في موجات يمكنك أن تراها حقاً. هذه الموجات المومضة تترك العين، فتجعل المسافرين يشاهدون صوراً مهتزةً تستقَى سرباً.

درجات الحرارة القصوى هي من خصائص معظم الصحاري. وهي ترتفع في بعض الصحاري إلى درجة يموت فيها الناس من الحرِّ. في الليل، تبرد هذه المناطق بسرعة بسبب حاجتها للعزل الذي تؤمِّنه الرطوبة والغيوم. يمكن لدرجات الحرارة الهبوط إلى ٤° مئوية أو أقلَّ.

تندفع رياح بسرعة تصل إلى حوالي ١٠٠ كم في الساعة أو أكثر عبر بعض الصحاري. ^[*بحاجة مصادر*]توجد نبات وأشجار قليلة لتصدِّها، يمكنها أن تحمل الرمال والغبار عبر القارَّات. تقذف العواصف الريحية في الصحراء الكبرى الكثير من الموادِّ في الهواء حتَّى أنَّ الغبار الأفريقي يعبر المحيط الأطلسي أحياناً، ويصعب غروب فلوريدا بالأصفر.

يندهش زائرو الصحاري لأوَّل مرَّة بالمنظر غير الاعتياديَّة، التي قد تضمُّ كثباناً لها أشكال النجوم وقممأ شاهقة عارية وتشكيلات مسطَّحة السطوح وودياناً مصقولة بنعومة. تختلف هذه المعالم عن تلك الموجودة في مناطق أرطب، والتي تكون غالباً مصقولة بلطافة بواسطة المطر الاعتيادي، وتلطَّفها النباتات الغنيَّة.



أنواع الصحاري

تساعد المياه على نحت الأراضي الصحراوية. خلال عاصفة مفاجئة، تطوف المياه بالأرض الجافة التي قشاشها الحرِّ، فتجتمع الرمال والصخور وغيرها من المواد غير الثابتة، وذلك أثناء جريانها. فيما تصخب المياه الموحلة نزولاً، تحفر أقبية عميقة تستقَى نُهيرات أو جداول. ويمكن لعاصفة رعدية، وغالباً ما تكون بعيدة جدًّا كي تُرى أو تُسمع، أن ترسل سيلاً جارفاً من الماء عبر جدول جافِّ. يمكن لهكذا طوفان محليُّ أن يجرف كلَّ شيء وكلَّ إنسان في طريقه.

تحت المياه والرياح الصخر مع الوقت، وأحياناً تنحَتَّ الصخور الأكثر مقاومة إلى أشكال تشبه الطاولات مثل المسبات^(١) Mesas والبتات^(٢) Buttes. في أسفل هذه النجود^(٣)، تلقي المياه حملها من الحصى والرمل والطمي مشكلةً ترسّبات منتشرة تستقَى المراوح الطميَّة. لا تملك الكثير من الصحاري أيَّ تصريف للمياه إلى المحيط. تتجمَّع مياه الأمطار في انخفضات كبيرة تستقَى الأحواض. تتبخَّر البحيرات الضحلة تدريجيّاً بعد أن تكون قد تشكَّلت، فتترك بلايات Playas، أي أحواض بحيرات مالحة السطوح.

الرياح هي النحات الرئيسيُّ لتلال الصحراء الرملية المسماة كثباناً. فيما تتراكم الرمال خلف عوائق مثل الجلاميد^(٤) والشجيرات، تبنى الرياح كثباناً قد تصل في ارتفاعها إلى ١٨٠ متراً، التي تنتقل بشكل دائم مع الريح. إنَّها تنتقل في العادة بضعة أمتار سنويّاً، لكنَّ عاصفة ريحيَّة قويَّة يمكنها أن تنقل كثباناً عشرين متراً في يوم واحد. قد تدفن الكثبان كلَّ شيء في طريقها، الصخور والحقوْل وحتى البلدات.

مياه الصحراء

ليس المطر المصدر الوحيد لمياه الصحراء. ترتفع مياه باطن الأرض إلى السطح الجافِّ أحياناً، فتشكل ينابيع ومنزّات^(٥). قد توجد قرب هكذا مصدر بقعةٌ خضراء خصبة تستقَى واحة. تنقُط حوالي ٩٠ واحة رئيسيَّة مسكونة الصحراء الكبرى. تُغذي هذه الواحات بعض أكبر مصادر الماء الباطني في العالم. تجري أنهار تنبع في مناطق بعيدة وأكثر رطوبة عبر بعض الصحاري، فيقطع نهر كولورادو، مثلاً، صحراء سونوران في أميركا الشماليَّة. تنمو نباتات غنية تضمُّ أعشاباً وأشجاراً قرب هذه الأنهار، فتشكِّل واحات مستظيلة جدًّا، تؤمِّن للناس وللحيوانات الأخرى الطعام والماء والمأوى.

الحياة في الصحراء

تنمو النباتات في الصحراء متباعدة بشكل واسع، وذلك كي تحصل على أكبر كمية ممكنة من الماء النادر المحيط بها. يعطي هذا التباعد بعض المناطق القاحلة ونصف القاحلة مظهرأ متوحداً. نبات الصحراء جافوفي Xerophytic من كلمتين يونانيتين تعنيان «جاف» و«نبات». تركيب النباتات الجافويَّة مكثيف بعدة طرق للحصول على الماء والإحتفاظ به.

(١) المسبات: هضاب مستوية السطوح منحجرة الجوانب.

(٢) البتات: هضاب منعزلة شديدة الإنحدار.

(٣) النجد: سهل واسع مرتفع.

(٤) الجلاميد: (ج. جلمود) صخر ضخم أكسبته المياه أو الأحوال الجوية شكلاً مدوِّراً.

(٥) المنزّات: (ح. منزة) بقعة يترُّ منها الماء من تحت الأرض مشكلاً بركة عادية.

(٦) صتار ساچوارو: صتار ضخم مع جُدع سيك وشوكي وأزهار بيضاء، يعيش في جنوب غرب الولايات المتحدة وشمال المكسيك.

(٧) الأكوارديون: آلة موسيقية قابلة للطنن والإمتداد.

(٨) المسكيت: نبات شائك.

(٩) مُسَيَّنة: في طور الضبات أي في فترة تنعدم فيها النشاط الحيويّ.

(١٠) الصُّوندر: نوع من الأفاعي المجلجلة.

(١١) الطوارق: هم بدو مسلمون حاميو الأصل واللسان منتشرون في الأرجاء الوسطى والغربية من الصحراء الكبرى.

(١٢) المصيبة: شبكة قضبان متصالية.

يملك بعض نباتات الصحراء مثل الصتار أنظمة جذور ضحلة وواسعة الامتداد. تتمصَّ النباتات الماء بسرعة بعد عاصفة، وتخزِّنه في خلاياها. يتمدّد صتار ساچوارو^(٦) مثل الأكوارديونات^(٧) ليخزِّن الماء في خلايا جذوده وأغصانه، ويمكنه استيعاب مئات اللترات من المياه.

لبعض النباتات الصحراوية الأخرى جذور عميقة جدًّا. يمكن لجذور شجرة المسكيت^(٨)، مثلاً، أن تصل إلى المياه الواقعة على أعماق من ٣٠ متراً تحت الأرض.

الكثير من نباتات الصحراء حولي أي يعيش لفصل واحد فقط. قد تبقى بدورها مسينة^(٩) لسنوات خلال فترات جفاف طويلة. عندما يأتي المطر في النهاية، تنبت البذور بسرعة. تنمو النباتات وتزهر وتنتج بذوراً جديدة وتموت، وذلك في فترة قصيرة من الزمن عادة. يمكن لمطر ناعم أن يغيِّر صحراء إلى أرض عجائب من الزهور بين ليلة وضحاها.

لقد تكيفت عدَّة أنواع من الحشرات والزواحف والطيور والثدييات مع بيئة الصحراء. ويتجنَّب بعضها الشمس عن طريق الراحة في الظلَّ النادر. وتجنَّب عدَّة حيوانات الحرِّ مثل سلحفاة الصحراء في جحور باردة تحفرها في الأرض. يحمي ترسُّ السلحفاة السميك الحيوان الذي في داخله، ويخفِّف من خسارة المياه. طوَّرت أنواع أخرى مثل الصُّوندر^(١٠) وبعض أنواع العطايات وسائل لرفع أنفسها عن الرمل الحارِّ، فيما هي تنتقل عبر الإلتواء أو القفز أو عبر الإلتقال بسرعة على أرجل ممدودة.

وقد تسافر حيوانات الصحراء مسافات طويلة لتجد الماء، أو قد تحصل على الماء من الطعام الذي تتناوله. يشرب جرذ الكنغر الصغير القليل من الماء أو حتى لا يشرب أبداً، يحصل على رطوبته من النباتات والحشرات والبذور التي يتناولها.

الجمال هي أيضاً مقصيدة في استخدام الماء، إنَّها لا تخزِّن الماء في جدياتها، كما ظنَّ الناس قديماً، بل تخزِّن الدهن. خلال نقص في الماء أو الطعام، تلجأ الحيوانات إلى هذا الدهن. تندمج ذوات الهيدروجين في الدهن مع الأكسجين الذي تننقسه الجمال فيشكِّل الماء. وقد تكيفت الجمال بطرق أخرى مع حرارة الصحراء بواسطة فرائها القصيرة التي تساعدها على حجب حرارة الشمس. ومع أقدامها العريضة ذات الخفوف السمكية، تمشي الجمال بسهولة على الرمل المتغيِّر.

أهل الصحراء

يُكَل الكثيرون من سكَّان الصحراء على عادات عمرها قرون، ليجعلوا حياتهم مريحة قدر الإمكان. فليس الكثير منهم في الشرق الأوسط الحارَّ والجافِّ، أنشأوا طويلاً من أقمشة فضفاضة طويلة الأكمام وتصل إلى القدمين، وغالباً ما تكون بيضاء فتحمي كلَّ الجسد باستثناء الرأس واليدين من الشمس.



تعكس الأثواب البيضاء ضوء الشمس؛ وكونها فضفاضة، يسمح للهواء البارد بالجران عبر الجلد. ويلفَّ بدو الطوارق^(١١) في الصحراء الكبرى قطعاً طويلة من القماش بشكل فضفاض حول رؤوسهم وعبر جزء من وجوههم، للاحتماء من الريح، والرمل، والحرارة والبرد. يعيش بدو العراق في خيم من القماش المنسوج بشكل فضفاض، ما يمنع الشمس ويدع في الوقت نفسه النسائم الباردة من الدخول. وينتقل البدو بشكل دائم كي تحصل قطعانهم من الحراف والماعز على الماء والكلأ.

ويُكَل الناس في بعض المناطق الجافة مثل مصر وأجزاء من كاليفورنيا، تسهياً لحياتهم، على مصادر مجلوبة من مناطق أخرى، تُضخُّ المياه في أنابيب من مناطق أرطب، ويُسخن الطعام من مزارع بعيدة. تروى مناطق واسعة من التربة الخصبة في الصحراء من مياه تُضخُّ من مصادر تحت الأرض، أو تُخضر عبر أقبية أو أقبية جرَّ من أنهار وبحيرات بعيدة. جعل النقل الجوي وتطوُّر التكيف الهوائي الطقس المشمس للصحاري ذات الشتاء الدافئ، أسهل مثلاً وأكثر جاذبية لسكَّان المناطق الأبرد طقساً، ما خلق منتجعات مثل تلك التي في يالم سبيرنجز في ولاية كاليفورنيا. وتجذب الحدائق الصحراوية مثل «مُقلِّم وادي الموت الوطني» Death Valley National Monument في جنوب غرب الولايات المتحدة، آلاف الزوَّار سنويّاً.

الصحاري الانتشارية

تساعد النشاطات الإنسانية غالباً في توسُّع تساعد النشاطات الإنسانية غالباً في توسُّع العالم الطبيعي.

الأراضي الصحراوية. مع الوقت، يمكن للزراعة ورعي القطعان بطرق طائشة أن يدمرا الأراضي العشوشية والسريعة الزوال عند أطراف صحراء ما، كما يحصل في منطقة «الساحل» في أفريقيا الشماليَّة. إنَّ تدمير الأراضي العشوشية عبر الرعي الزائد وقطع الأشجار للدققة يتركان الأرض عارية. وبدون وجود نبات ليضبط التربة ويمسك الماء، قد تصبح الأراضي العشوشية صحاري.

وفي صحراء تنجر في الصين، طوِّر الباحثون طريقة أخرى للتحكُّم بالكثبان النائية. يثبتون الرمل المنجرف بواسطة شبكة من أسوار القشَّ شبيهة بالمصيبة^(١٢). يُقحم القشَّ جزئياً في الرمل، فيخلق شكلاً من المرتبات الصغيرة حول أطراف الكثبان. تحطِّم الأسوار الناجمة عن ذلك قوَّة الريح على مستوى الأرض، فتمنع حركة الكثبان عن طريق إبقاء الرمل ضمن مرتبات المصيبة.

يمكن لتحسين طرق الزراعة وتحديد عدد الحيوانات الراعية أن يساعدا في إبطاء تصخّر الأراضي الغنيَّة.

المواطن الطبيعية الفريدة

في الأدب وفي الأساطير، توصف الصحاري غالباً بأنَّها أماكن عدوانية يجب اجتنابها. واليوم، وفي عالم تزداد كثافة سكَّانه، تقدِّم هذه المناطق مدى واسعاً، تربة غنية أحياناً، مياهاً باطنية، بترولاً، وموارد طبيعيَّة أخرى. يقوم بعض الدول بمشاريع رَيِّ باهظة التكاليف لجعل الأراضي الصحراوية صالحة للإستخدام البشريّ. وبالإضافة إلى الموارد التي تقدِّمها الصحاري، فإنَّها أجزاء فريدة وجذَّابة من العالم الطبيعيّ.

علم الاقتصاد

الاقتصاد هو دراسة كيفية إنتاج السلع والخدمات وتوزيعها. وتشمل عبارة «السلع والخدمات»، بالنسبة لعلماء الاقتصاد، كل ما يمكن شراؤه وبيعه. وأما كلمة «إنتاج»، فهي تعني عملية تحويل السلع والخدمات وصناعتها. كما يُقصد بكلمة «توزيع»، الطريقة التي يتم بها تقسيم السلع والخدمات بين الناس.

إنَّ الناس بمعظمهم يرغبون بالحصول على أكثر ممَّا يمكنهم شراؤه. فالعائلة التي تشتري غرضاً ما، قد لا تتمكَّن من شراء غرض آخر كانت ترغب في الحصول عليه. وينطبق هذا الأمر أيضاً على الدول. فسواءً كانت الدولة غنية أو فقيرة، فإنَّ سكَّانها يتطلعون بمعظمهم إلى ما يفوق إمكاناتهم الماديَّة. فهم يريدون مدارس أفضل، وعدداً أكبر من المنازل، وجيشاً أقوى. وهنا، يدرس علم الاقتصاد كيف تُصنع الأشياء التي يحتاجها الناس ويريدونها، وكيف تصل إليهم. كما يدرس كيفية اختيار الدول واختيار الناس مشترياتهم من بين الأشياء الكثيرة التي يرغبون بها.

في كلِّ البلدان، تكون الموارد المستعمَلة لإنتاج السلع والخدمات قليلة جداً. فمما من دولة تملك كفايتها من المزارع والمصانع والعمال، لكي تنتج كلَّ ما تحتاج اليه. والمال نادر أيضاً. فقليلون هم الأشخاص الذين يملكون ما يكفي من المال لشراء كلِّ ما يريدونه، وفي الوقت الذي يريدون. لذلك، عليهم، وحيثما وُجدوا، أن يختاروا أفضل الوسائل الممكنة، لاستعمال مواردهم وأموالهم. فالأولاد يختارون بين الذهاب إلى السينما أو شراء الهاميرغر. ويختار مالكو المحالِّ التجارية، بين إنفاق مذكراتهم في عطلة صيفية أو شراء المزيد من البضائع للمتاجرة بها. وقد يكون على الدولة أن تختار بين استعمال الضرائب لشقِّ طرقات جديدة أو بناء المزيد من العَوَاصِط. إذن، وبحسب المفهوم الاقتصادي، لا بدَّ لكلِّ من الأولاد وأصحاب المحالِّ التجارية وللدولة أيضاً، أن يقتصد حتى يتمكن من تلبية أكثر الحاجات والرغبات أهمية بالنسبة له. وهذا يعني محاولة استعماله الموارد التي يملكها، في إنتاج السلع والخدمات الأشدَّ إلحاحاً في نظره.

المشاكل الاقتصادية

على كلِّ دولة أن تنظِّم إنتاج وتوزيع السلع والخدمات التي يريدها الشعب، وبالتالي يجب أن يسعى اقتصادها إلى حلِّ مشاكل أربع أساسية: أولاً: ما هو نوع الإنتاج؟ ثانياً: كيفية إنتاج السلع والخدمات؟ ثالثاً: مَنْ هي الجهة المستفيدة من السلع والخدمات؟ رابعاً: بأيِّ سرعة يجب أن ينمو الاقتصاد؟

ما هو نوع الإنتاج؟ لا توجد دولة قادرة على إنتاج ما يكفي من السلع والخدمات لتلبية حاجات شعبيها. والسؤال هو: أيُّ سلع وخدمات هي أكثر أهمية من غيرها؟ هل يجب أن نزرع القمح أم الذرة؟ وماذا نتج في مصانعنا: صواريخ أم أجهزة تلفزيونية؟

كيف سيتمُّ إنتاج السلع والخدمات؟ هل ستقوم كلُّ عائلة بإنتاج ما يكفيها لتأكل وتلبس، أم يجب تطوير صناعات متخصصة، لتأمين هذه المنتجات؟

وهل يجب تشغيل عدد كبير من العمَّال في الصناعة، أم تُترك الآلات مهمَّة القيام بالأعمال المتعدِّدة؟

من سيستفيد من السلع والخدمات؟ هل تُوزَّع على الجميع بالتساوي؟ وأيُّ فئة من السلع والخدمات يجب أن تخصَّص لمن يستطيع شراؤها فقط؟ وأيُّ فئة يجب أن تُوزَّع بطريقة أخرى مختلفة؟

بأيِّ سرعة يجب أن ينمو الاقتصاد؟ ينمو الاقتصاد عندما يتمُّ إنتاج السلع والخدمات بوتيرة متصاعدة. وعلى كلِّ دولة أن تقرَّر أيُّ نسبة من مواردها القليلة، سوف تستعملها لبناء المصانع والآلات وتأمين المزيد من التعليم للأجيال الصاعدة، الأمر الذي سيؤدِّي إلى زيادة الانتاج في المستقبل. كذلك يجب أن تقرر الدولة، نسبة الموارد التي سيتمُّ توظيفها في إنتاج خدمات وسلع استهلاكية، وأيضاً كيفية تجنُّب مشكلة البطالة وبقية المشاكل الإقتصادية التي تسبِّب بهدر مواردها.

كيف ينمو الاقتصاد؟

يجب أن ينمو الاقتصاد لكي يؤمِّن للناس مستوى معيشة أفضل، أي حتى يوفِّر لهم السلع والخدمات بكميَّة أوفر ووجودة أكبر. وفي الإجمال، كلما تزايدت سرعة النموِّ الإقتصادي لبلد ما، كلما ارتفع بسرعة أكبر، مستوى معيشة أفراده.

تنمية الاقتصاد: العناصر الأساسية لإنتاج السلع والخدمات، وتسمَّى أيضاً موارد الإنتاج، هي أربعة: ١- الموارد الطبيعيَّة، ٢- رأس المال، ٣- اليد العاملة و٤- التقنية.

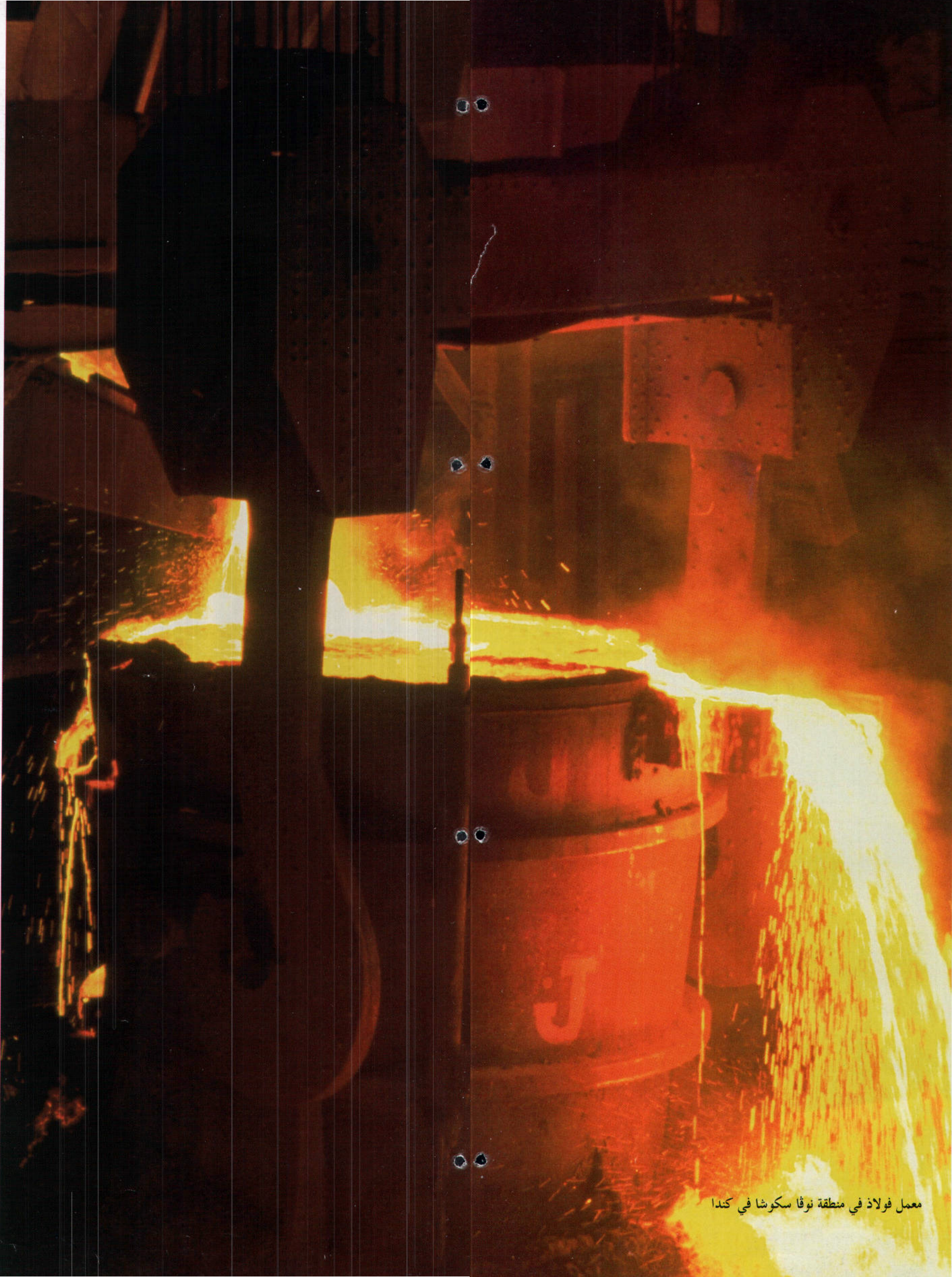
الموارد الطبيعيَّة بالنسبة لعلماء الاقتصاد هي، الأرض والمواد الخام، كالمعادن والمياه وأنشعة الشمس. أمَّا رأس المال فيتضمَّن المصانع والأدوات والمؤن والتجهيزات. ويدلَّ تعبير «رأس المال» أيضاً على النقد الذي يمكن استعماله لشراء هذه المكونات. كذلك تشير كلمة اليد العاملة إلى الأفراد الذين يعملون أو يسعون للعمل، وإلى مستوياتهم العلميَّة ومهاراتهم. أمَّا المقصود بالتقنيَّة فهو الأبحاث والاختراعات العلميَّة والمهنيَّة.

ولكي ينمو اقتصاد بلد ما، عليه أن يزيد من موارده الإنتاجيَّة، أو أن يحسِّن أساليب استعمالها. وعلى سبيل المثال، يمكن أن يستعمل البلد حتى ينمو اقتصاده، بعض موارده لبناء المصانع والتجهيزات الثقيلة والسلع الإنتاجيَّة الأخرى، الأمر الذي يَمَكِّنه من زيادة إنتاجه في المستقبل. كذلك يمكن اللجوء إلى تدريب العلماء والعمَّال والإداريين لاستنباط تقنيَّات جديدة وإدارة الإنتاج مستقبلاً. وتسمَّى المعرفة التي يكتسبها هؤلاء الأشخاص، برأس المال البشريِّ. ويمكن للتقنيَّات الجديدة، إلى جانب تنمية رأس المال البشريِّ، أن تزيد من الإنتاجيَّة، وبالتالي يمكن الحصول على مزيد من السلع والخدمات مقابل كلِّ وحدة من الموارد التي يتمُّ استهلاكها في الإنتاج.

قياس النموِّ الإقتصادي: إنَّ الناتج القوميَّ الخام لأيِّ بلد، هو قيمة السلع والخدمات الإجماليَّة المنتجة فيه لفترة سنة. ويتمُّ قياس النموِّ الإقتصادي بقياس التغير في الناتج القوميَّ الخام، خلال عدد من السنوات.

أنواع الأنظمة الإقتصادية

تمَّ تطوير أنواع مختلفة من الأنظمة الإقتصادية



معمل فولاذ في منطقة نورثا سكوشا في كندا

بنتيجة مقارنة الدول مشاكلها الاقتصادية الخاصة، كلُّ على طريقتها. غير أنَّ الأنظمة الإقتصادية للدول كلها هي مزيج من نموذجين اقتصاديَّين أساسيين: ١- النظام الرأسماليّ - ٢- الإقتصاد الموجِّه.

ينادي **النظام الرأسماليّ** بالملكيَّة الفرديَّة للمشاريع الكبرى، وحرية الأفراد في إدارة هذه المشاريع. وقد تمَّ بناء الكثير من الأنظمة الإقتصادية على مبادئ النظام الرأسماليّ. وتسمَّى هذه الأنظمة باقتصاد المبادرة الحرة أو اقتصاد السوق الحرّ، لأنَّها تسمح للأفراد بأن يقوموا بالنشاطات الحرَّة، لأنَّهم بعيداً عن رقابة الدولة. غير أنَّه، حتَّى في هذه الدول، تملك الحكومة بعض الأراضي ورأس المال، وتمارس رقابة جزئيَّة على الإقتصاد.

كان عالم الاقتصاد الاسكوتلاندي آدم سميث، أوَّل من حدَّد في القرن الثامن عشر مبادئ النظام الرأسماليّ. فهو القائل بعدم تدخُّل الحكومات في معظم شؤون العمل. وبحسب نظرياته، فإنَّ رغبة رجال الأعمال في تحقيق الأرباح، مقرونة بعنصر المضاربة، سوف تعمل كيد خفيَّة من أجل تحقيق ما يريده المستهلك. وتُعرف فلسفة سميث هذه، بفلسفة «عدم التدخل» Non-interference.

أمَّا الإقتصاد الموجِّه فيدعو إلى سيطرة الدولة على أوجه النشاطات الإقتصادية الكبرى، كما يدعو إلى ملكيَّة الدولة لجمل وسائل الإنتاج. ويترك هذا النظام لخططي الدولة مهمَّة التحكُّم بالإنتاج والأسعار وتوزيع السلع والخدمات.

أوجه الاختلاف بين الدول: يجمع كلُّ اقتصاد حقيقيّ، بين عناصر من النظام الرأسماليّ وأخرى من النظام الموجِّه. غير أنَّ الدول تختلف عن بعضها بنسبة ما تعتمد من كلِّ نظام منهما. فالولايات المتحدة وكندا تعتمدان نظاماً يقلُّ فيه تدخُّل الدولة، لذلك غالباً ما تُعطى لهما صفة الرأسماليَّة.

أمَّا الإتحاد السوفيَّاتيّ والكثير من دول أوروبا الشرقية، فقد اعتمدت في الماضي الإقتصاد الموجِّه. إنَّ حكومات هذه الدول قد امتلكت كلَّ وسائل الإنتاج تقريباً، وسيطرت على كافَّة النشاطات الإقتصاديَّة الأساسيَّة. كذلك، اتَّخذ موظفو الحكومة كلَّ القرارات الهامَّة في ما يتعلق بكيفيَّة إنتاج السلع وتسعيدها وتوزيعها. وغالباً ما كان يوصف النظام المعتمد في هذه البلدان، بالشيوعيَّة. ولم تعرف أيُّ دولة طعم الإزدهار في ظلِّ هذا النظام. لذلك، لجأت دول أوروبا الشرقية إلى التخفيف بشكل كبير من اعتمادها على الإقتصاد الموجِّه، بعد سلسلة من الثورات التي قامت في أواخر الثمانينات وأوائل التسعينات. كذلك، بدأ الإتحاد السوفيَّاتيّ في أواخر الثمانينات يخفِّف من إحكام سيطرة الدولة على الإقتصاد في البلاد. وبعد انحلال هذا الإتحاد عام ١٩٩١، استمرَّ عدد كبير من الجمهوريات السوفيَّاتيَّة السابقة بالتقليل من اعتماده على الإقتصاد الموجِّه.

أمَّا الصين وبقية البلدان التي تُعتبر شيوعيَّة، فقد خفَّفت هي أيضاً من الرقابة على النشاطات الاقتصادية. فحكومة الصين، مثلاً، بدأت عند منتصف الثمانينات بتخفيف سيطرتها على الأعمال والأسعار.

الإقتصاد العالميّ

تعتمد الدول على بعضها في الحصول على الكثير

من السلع والخدمات الحيويَّة، وذلك عبر التبادل التجاريّ والمالي في العالم. ويدرس علماء الإقتصاد العلاقات الإقتصاديَّة بين الدول. وهم يبحثون عن وسائل لزيادة التجارة الدولية، كما يحاولون مساعدة الدول الفقيرة من أجل تحسين أوضاعها الإقتصاديَّة.

التجارة الدولية: يمكن للدول أن تستفيد من المبادلات التجارية في ما بينها. فالموارد في العالم ليست موزَّعة بشكل متساوٍ. والأمثلة على ذلك كثيرة، فاستراليا تمتاز بمراعيها الخصبية، وتمتاز التشيلي بثرواتها المعدنية. وقد يتضاعف الإنتاج العالميّ، لو أنَّ الدول تكتفي فقط بإنتاج السلع التي يسهِّل عليها إنتاجها، وتستورد البضائع التي تواجه صعوبة نسبيَّة بتصنيعها.

وعلى الرغم من فوائد التجارة العالميَّة، فقد حاولت الدول، لمئات السنين، أن تحدَّ من وارداتها وأن تنتج الكثير من السلع والخدمات التي تحتاجها. فدولٌ كثيرة تخشى أن يؤدي تخصُّصها في إنتاج عدد محدَّد من السلع، إلى الإفراط في الإعتماد على الآخرين، الأمر الذي يؤدي - في حال نشوب حرب - إلى انقطاع مواردها من السلع والخدمات الضروريَّة. وغالباً ما يطالب رجال الأعمال بحماية صناعاتهم من المنافسة الأجنبيَّة، لتلاَّ يحتكر المنتجون الأجانب بعض الأصناف ويرفعوا أسعارها. ويصرُّ الكثير من الناس على أن يمكن للدولة أن تزيد من فرص العمل وتساعد في تجنُّب الركود عن طريق تحديد الاستيراد وتطوير صناعاتها الخاصَّة.

وتعتمد الدول طرقاً عدَّة للحدِّ من التجارة. والطريقتان الأهم هما: ١- التعرفة الجمركيَّة ٢- العوائق التجارية.

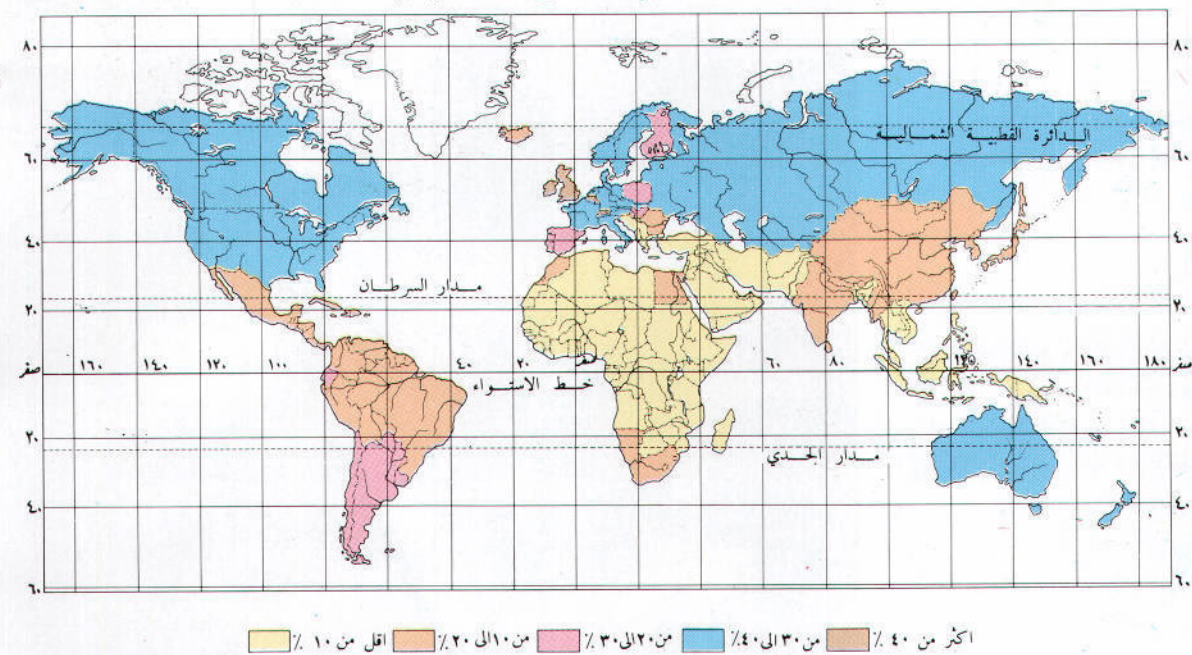
التعرفة الجمركيَّة هي رسم على الاستيراد والتصدير. وعندما تُفرض التعرفة على المستوردات، فهي ترفع من أسعار منتوجات الدول الأخرى. أمَّا العوائق التجاريَّة فهي أنظمة وقيود على التجارة بين الدول. فنظام حصص الاستيراد، مثلاً، يسمح باستيراد كميَّة محدَّدة من منتج معيَّن في كلِّ سنة.

وبالمقابل، يسعى الكثير من الدول وراء زيادة التبادل من دون قيود، وهو ما يسمَّى بالتبادل الحرّ. وحجَّة هذه الدول أنَّ التبادل الحرّ لا يملك حسنات اقتصاديَّة وحسب، بل هو يزيد من الوفاق الدوليّ أيضاً. فعلى الدول التي تقبل بالتبادل الحرّ أن تتعاون في ما بينها، لأنَّها تعتمد على بعضها من أجل تأمين السلع والخدمات.

ومن الممكن أن تتوصَّل دولتان أو أكثر إلى اتفاق للتبادل الحرّ في ما بينهما. ففي عام ١٩٩٢، وقَّعت كلُّ من الولايات المتحدة وكندا والمكسيك اتفاق التجارة الحرة لشماليّ أميركا North American Free Trade Agreement (NAFTA)، وهو يقضي بالإلغاء التدريجيّ للتعرفة الجمركيَّة وبعض الحواجز الأخرى بين الدول الثلاث. وأصبحت هذه المعاهدة سارية المفعول في أوَّل كانون الثاني العام ١٩٩٤ بعد التصديق عليها في المجالس التشريعيَّة للدول المعنية.

وتستمرُّ دول كثيرة بفرض قيود على التبادل التجاريّ في ما بينها. والمثل على ذلك الدول الأقلُّ تطوُّراً، والتي لا تزال تعتمد التعرفة الجمركيَّة المرتفعة، وسيلة لحماية صناعاتها.

نسبة السكّان العاملين في القطاع الصناعي في العالم



الدول التي تعرف نسبة كبيرة من العاملين في القطاع الصناعي هي، بمعظمها، من الدول الواقعة ضمن نطاق المناطق المعتدلة المناخ (في النصف الشمالي للكرة الأرضية)، يضاف إليها دولتا أستراليا ونيوزيلاندا. هذه الدول تعتبر، في الوقت نفسه، الدول الأكثر تقدماً.

الزمن. إنَّ القرن الذي يُستخدم في المختبر هو رأسمال ثابت، بعكس مادّتي الطحين والخميرة. ويتطلَّب بعض الصناعات، مثل إنتاج الطاقة الكهربائيّة والصناعات النفطية، استثمارات ضخمة في رأس المال الثابت بالمقارنة مع بقية النفقات. ومن أجل زيادة الإنتاج، لا بدّ للصناعة من زيادة رأس المال الثابت، وهذا يعني تخصيص موارد لهذا الغرض. فعلى الدولة التي تريد تطوير صناعاتها أن تبدأ إذن، بتوظيف بعض مواردها للحصول على سلع إنتاجية، كما يجب أن تتخلّى الصناعة عن السلع الأخرى التي كان يمكن للموارد نفسها أن تنتجها لو استعملت لغاية أخرى. وتسمّى استثماراً، عملية توظيف الموارد للحصول على سلع إنتاجية. وتحصل الشركة على رأسمالها بطرق ثلاث: (١) الاقتراض من المصارف؛ (٢)

ثالث: (١) الإقتراض من المصارف؛ (٢) إصدار وبيع السندات؛ (٣) بيع الأسهم. وعندما تقتض شركة من مصرف ما، فإنها تتعمد بتسديد القرض مع فوائده. من جهة ثانية، يمكن للشركة أن تجمع المال من المستثمرين الراغبين في شراء السندات التي تصدرها. وفي هذه الحالة، تلزم الشركة دفع قيمة السندات لحاملها مع فوائدها المستحقة. أما الطريقة الأخرى التي يمكن للشركة أن تجمع بها الأموال اللازمة لتوسيع أعمالها، فهي بيع أسهم جديدة. ويُطلق اسم «مساهمة» على كل شخص يشتري هذه الأسهم. وتكون الشركة غير ممزمة بإعادة الأموال إلى المساهمين، الذين يصبحون لقاء مساهمتهم المالية، مشاركين إضافيين في ملكية الشركة. وتمثل ملكية المساهمين بحصصهم من الأسهم التي يملكون. وعلى الرغم من أن الشركة لا تزد إلى المساهمين

وتشير كلمة صناعة إلى كل الأعمال مجتمعة؛ وهي، من هذا المنطلق، تؤمن كل ما يلزمنا تقريباً من ملابس ومأوى وحاجات أساسية أخرى. وتساهم الصناعة كذلك بجعل حياتنا أكثر صحة وسعادة، فهي تؤمن لنا وسائل الترفيه، والأدوات المنزلية التي تريحنا، وكذلك الدواء، والكثير من الأشياء الأخرى.

صحيح أنّ الصناعة تجمعنا نحياء حياة أفضل؛ لكن، لها في بعض الأحيان آثار جانبية ضارة؛ فالصانع يمكن أن تلوث الهواء والمياه، فعرض صحتنا للخطر. والآلات تُصدر ضجيجاً، غالباً ما يكون مزعجاً وقد يؤثّر سلباً في قدرتنا على السمع. أضف إلى ذلك النمو المتزايد للصناعة الذي يمكن أن يستهلك ما يسهل الحصول عليه من مخزون العالم من النفط والغاز الطبيعي.

ويناقد هذا المقال ما تحتاجه الصناعة من

وبناقش هذا المقال ما تحتاجه الصناعة من أجل الإنتاج، وكيف تتنوع الصناعات حول العالم؛ كما يناقش المشاكل والتحديات التي تواجهها الصناعة الحديثة، وأيضاً كيفية تصنيف الصناعات.

حاجات الصناعة

يستعمل الخبراء المعنيون بدراسة الصناعة كلمة «منتج»، للدلالة على كلّ سلع أو خدمة تنتجها الصناعة. فالمنتج يمكن أن يكون مماشاً أو ثلّاجاً أو رأياً قانونياً. ولكي تحصل على المنتج، تستعمل الصناعة «عناصر» تدخل في عملية الإنتاج، كاليد العاملة والآلات والمواد الخام. وتوتقّف كمية «المنتج» ونوعيته على كمية ونوعية هذه «العناصر»، التي تسمى أيضاً «موارد الإنتاج»، وعلى مدى مهارة المنتج في استخدامها. أمّا العناصر الأساسية اللازمة لإنتاج والتي تدخل في الصناعة فهي خمسة:

الصناعة

الصناعة هي مجموعة من المؤسسات تصنع منتجات متشابهة، أو تؤمن خدمات متشابهة. وكمثل على ذلك، شركات صناعة السيارات التي تصنع شاحنات وسيارات. وأما المؤسسات المصرفية فتقدم قروضاً وتدير الاستثمارات، كما تؤمن مختلف الخدمات المالية.

هناك الآلاف من الصناعات، وهي تتضمن مجال الإعلانات، البناء، العمل في المزارع، توبيخ اللحوم، استثمار المناخ، والبنك الإذاعي والتلفزيوني.

ويقوم الكثير من الصناعات بتحويل المواد الخام إلى منتج يمكن استخدامه، مثلما تحول صناعة الصلب، خام الحديد إلى فولاذ. ويقوم بعض الصناعات كالنقل بواسطة السكك الحديدية والشاحنات، بإيصال البضائع من مكان إلى آخر. وهناك أيضاً صناعات تؤمن خدمات، كالطاقة الكهربائية والعناية الطبية والاتصالات الهاتفية.

وتشير كلمة صناعة إلى كل الأعمال
مجتمعة، وهي، من هذا المنطلق، تؤمن كل ما
يلزمنا تقريباً من ملابس وماكل وماوى وحاجات
أساسية أخرى. وتساهم الصناعة كذلك بجعل
حياتنا أكثر صحة وسعادة، فهي تؤمن لنا وسائل
الترفيه، والأدوات المنزلية التي تريحنا، وكذلك
الدواء، والكثير من الأشياء الأخرى.

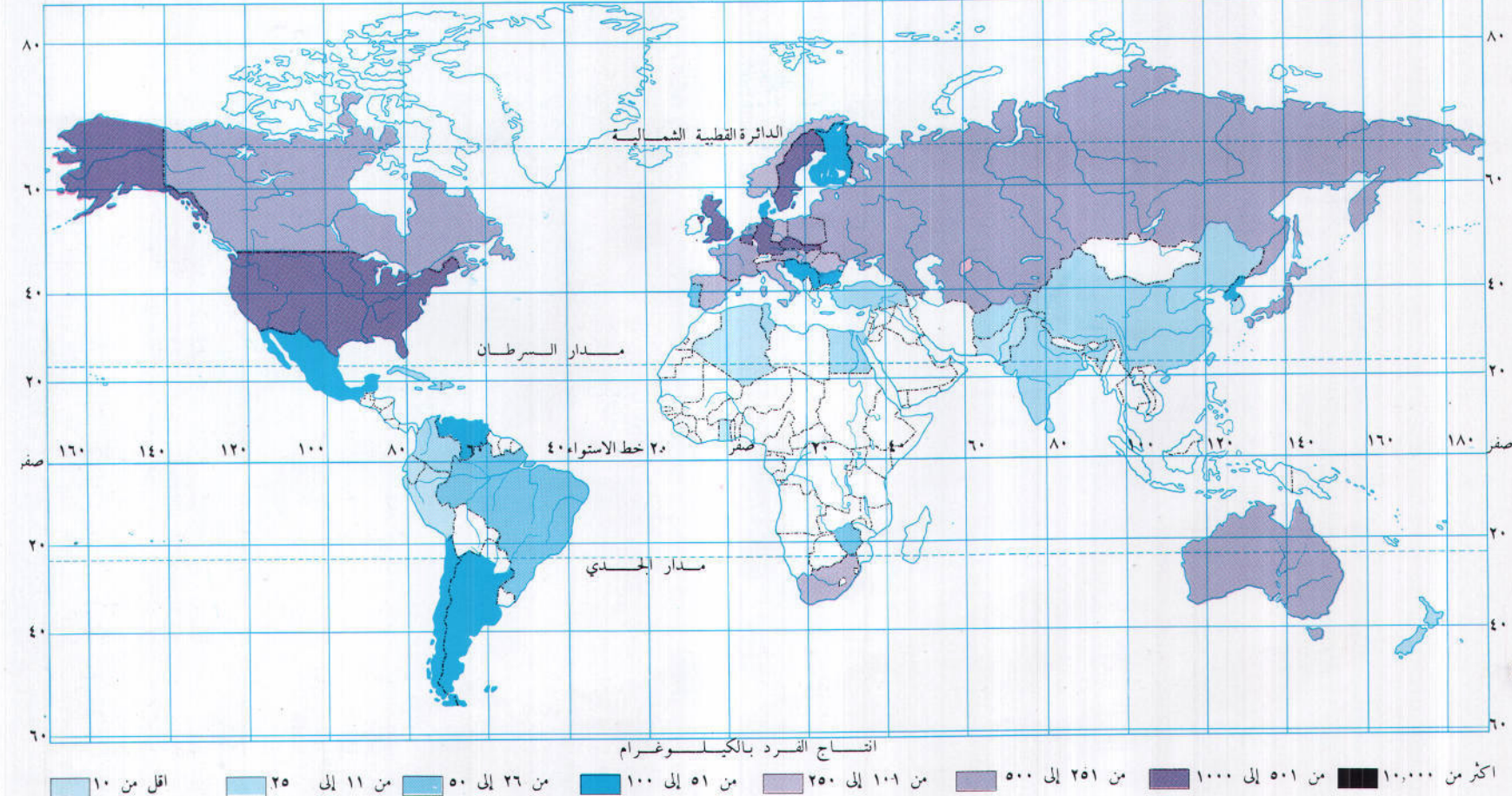
صحيح أن الصناعة تجعلنا نعيش حياة أفضل، لكن، لها في بعض الأحيان آثار جانبية ضارة: فالمصانع يمكن أن تلوث الهواء والمياه، فتعرض صحتنا للخطر. والآلات تُصدر ضجيجاً، غالباً ما يكون مزعجاً وقد يؤثر سلباً في قدرتنا على السمع. أضف إلى ذلك النمو المتزايد للصناعة الذي يمكن أن يستهلك ما يسهل الحصول عليه من مخزون العالم من النفط والغاز الطبيعي.

ويناقد هذا المقال ما تحتاجه الصناعة من أجل الإنتاج، وكيف تتنوع الصناعات حول العالم؛ كما يناقش المشاكل والتحديات التي تواجهها الصناعة الحديثة، وأيضاً كيفية تصنيف الصناعات.

حاجات الصناعة

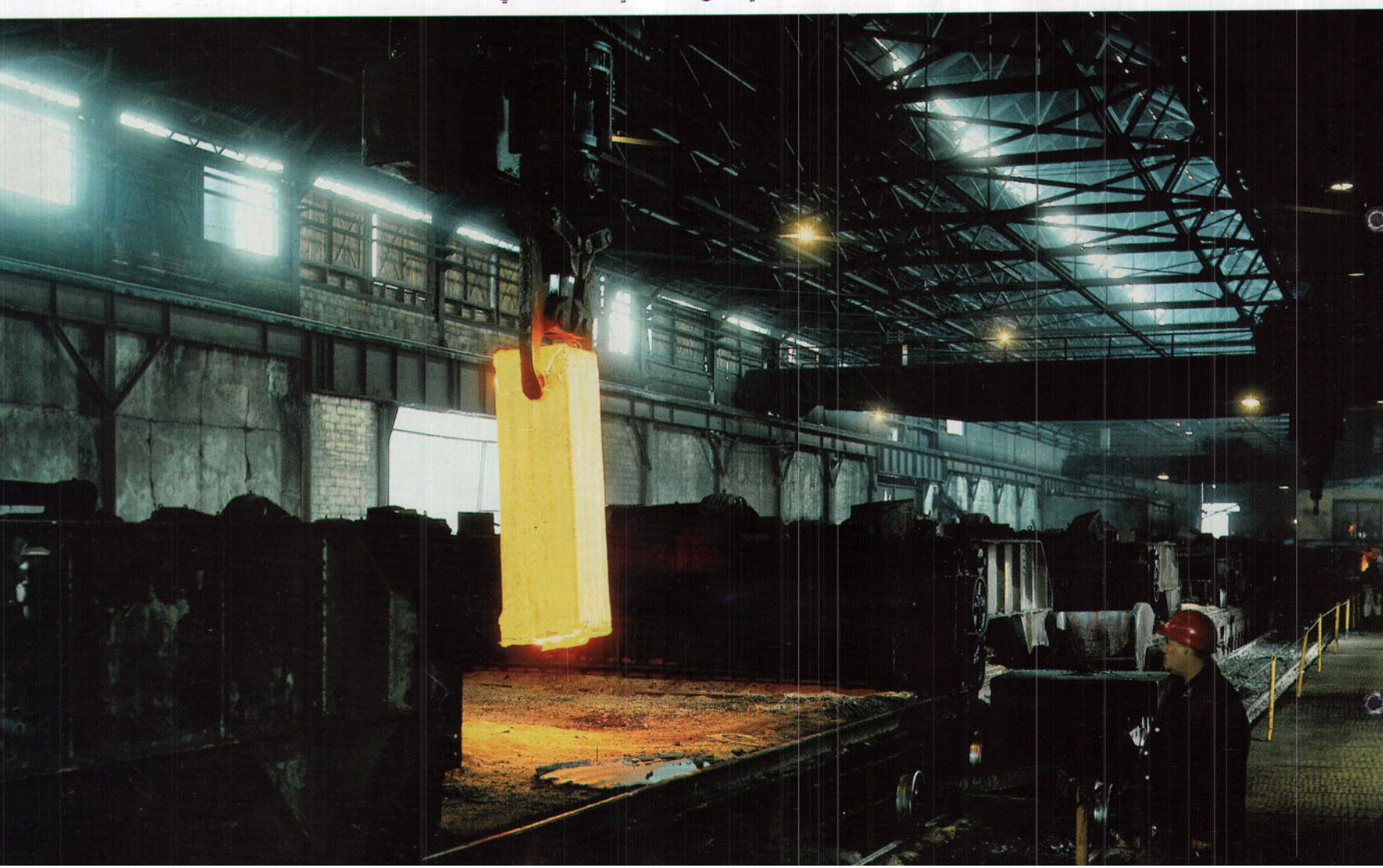
يستعمل الخبراء المعنيون بدراسة الصناعة كلمة «منتج»، للدلالة على كلِّ سلعة أو خدمة تنتجها الصناعة. فالمنتج يمكن أن يكون فاشاً أو فاشاً أو فاشاً أو فاشاً. ولكي تحصل على المنتج، تستعمل الصناعة «عناصر» تدخل في عملية الإنتاج، كاليد العاملة والآلات والمواد الخام. وتوقف كمية «المنتج» ونوعيته على كمية ونوعية هذه «العناصر»، التي تسمى أيضاً «موارد الإنتاج»، وعلى مدى مهارة المنتج في استخدامها. أما العناصر الأساسية اللازمة لإنتاج والتي تدخل في الصناعة فهي خمسة:

انتاج الصلب

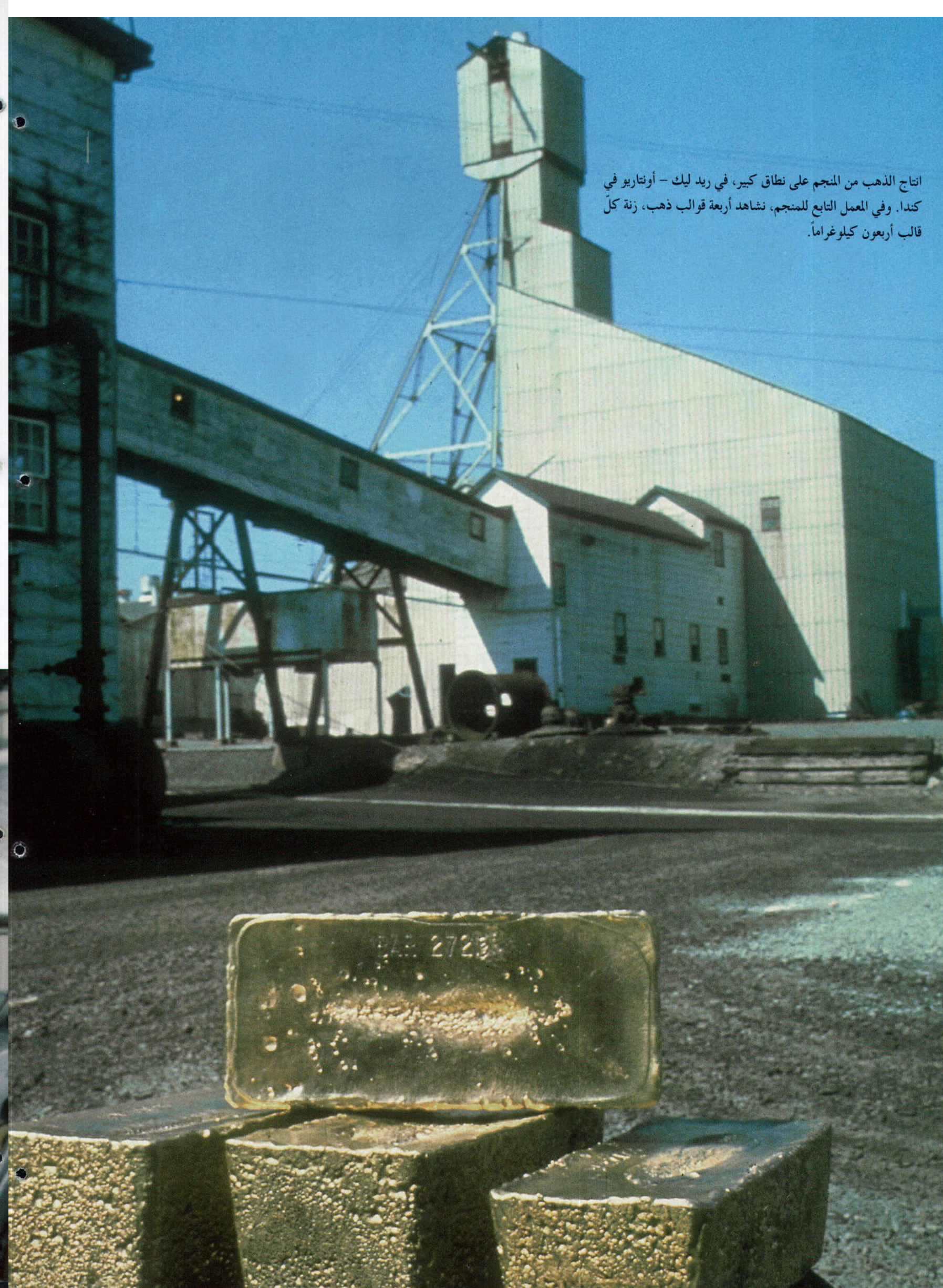


مناطق إنتاج الفولاذ (الصلب) تتجمع خصوصاً في دول أميركا الشمالية وأوروبا (بما فيها الإتحاد السوفياتي السابق).

قالب فولاذي مصهور في مصنع للفولاذ في نوفا سكوشا في كندا



انتاج الذهب من المنجم على نطاق كبير، في ريد ليك - أونتاريو في كندا. وفي المعمل التابع للمنجم، نشاهد أربعة قوالب ذهب، زنة كل قالب أربعون كيلوغراماً.



وهم يوظفون عناصر الإنتاج الأخرى أو يديرونها. ويطمح المدراء في معظم الشركات إلى تحقيق أرباح عالية من أجل توزيع أنصبة أرباح كبيرة للمساهمين.

لذلك، فهم يسعون من ناحية، إلى إبقاء تكلفة الإنتاج في أدنى مستوى ممكن، ومن ناحية أخرى إلى تحديد أسعار مبيع عالية تسمح بتحقيق مداخيل مرتفعة. إلا أن المنافسة ضمن ميدان صناعتهم غالباً ما تمنعهم من تحقيق هذه الأهداف. ويمكن القول إجمالاً بأن ما من صناعة تقوم برفع أسعار منتوجاتها قبل أن يُقدم منافسوها على خطوة مماثلة، لأنها إذا فعلت، فقد تدفع بعدد كبير من زبائنها للتحوّل عنها من أجل شراء منتوجات منافسيها.

إنّ اختيار مزيج عناصر الإنتاج هو من القرارات الهامة التي يجب أن يأخذها المدراء، محدّين بذلك نسب رأس المال واليد العاملة والمواد الأولية التي سيستعملونها في عملية الإنتاج من أجل تحقيق هدفهم، وهو إبقاء تكلفة الإنتاج في أدنى مستوى ممكن. فإذا كانت تكلفة اليد العاملة مرتفعة مثلاً، عمدت الشركة إلى الاستثمار في شراء آلات أوتوماتيكية تقلّل من عدد العمّال المطلوبين لإنجاز عمل معيّن. أما إذا كانت اليد العاملة رخيصة، فقد تقرّر الشركة استخدام المزيد من العمّال بدلاً من شراء آلة تقوم بالعمل. إنّ مجموعة عناصر

الإنتاج التي تسمح للشركة بالتوصّل إلى إنتاج سلعتها أو خدماتها بأدنى تكلفة مع الإبقاء على نوعية جيّدة، تسمّى مزيج عناصر الإنتاج الأكثر إنتاجيّة أو المزيج الأمثل.

إنّ هدف الشركة في المحافظة على تكلفة إنتاج منخفضة يؤثّر على اختيارها الموقع. فنادراً ما تكون الموارد التي تحتاجها الشركة قريبة من الأسواق، وبالتالي تضطرّ إلى نقل مواردها أو إنتاجها أو الإثنين معاً. وفي جميع الأحوال، تحاول الشركة إبقاء تكاليف النقل في حدّها الأدنى.

وتحدّد تكلفة النقل على أساس الوزن والحجم والمسافة. وبالتالي، فإنّ اختيار الشركة موقعها قد يتوقف على كون منتوجها أخفّ أو أكثر وزناً من المواد المستعملة في تصنيعه. والمشروبات الغازيّة هي مثل على الصناعات التي تعطي منتوجات «تكتسب وزناً»، فهي تضيف الماء إلى مكونات أخرى في عمليّة التصنيع، وهي من أجل ذلك تختار لمصانعها، مواقع قريبة من أسواق الاستهلاك. وفي المقابل، فإنّ صناعات الورق والصناعات المتعلّقة بصلب الأخشاب هي مثل للصناعات التي تنتج بضائع «تخسر وزناً»، وبالتالي فالكثير منها يوجد قريباً من مصادر المواد الأولية.

التكنولوجيا: وهي تشير إلى المعرفة بالآلات والمواد والأساليب التقنيّة والأدوات. ويمكن

للمجتمع أن يشجّع التقدّم التكنولوجي، وذلك عبر تخصيص المزيد من الموارد لأغراض البحث والتعليم. وكما هي الحال بالنسبة لزيادة رأس المال، فإنّ إحراز التقدّم في هذا المجال يتطلب تضحيات آتية من أجل تحقيق أرباح في المستقبل.

تنوّع الصناعة حول العالم

تختلف الصناعة اختلافاً كبيراً بين الدول المتطوّرة والدول النامية. وتضمّ الدول المتطوّرة معظم الدول في أوروبا وأميركا الشماليّة واليابان. أما الدول النامية فهي معظم دول أفريقيا وآسيا وأميركا الجنوبيّة. إنّ معدّل ما تنتجه الصناعة في الدول المتطوّرة من سلع وخدمات بالنسبة لكلّ فرد من السكّان، هو أكبر من المعدّل نفسه في الدول النامية.

إنّ سبب قلّة الإنتاج في الدول النامية هو النقص في الآلات والعناصر الأخرى المكوّنة لرأس المال الثابت، وأيضاً التخلف التكنولوجي. فالعمّال يصنعون الكثير من المواد الغذائية والمساكن والحاجات الأخرى بالآلات وتقنيّات بدائيّة، بحيث أنّ ما ينتجه كلّ عامل يبقى ضئيلاً. وعلى العكس من الدول المصنّعة، فإنّ الدول النامية تشكو من نقص في الرأس المال البشري، بمن في ذلك المهندسون والإداريّون والعمّال الكفوّون الضروريّون للنموّ الصناعي.

مصنع نسيج في البرتغال



هناك حواجز عدّة تحدّ من التطوّر الصناعي في الدول النامية. فالتزايّد السريع لعدد السكّان يحول دون توسّع رأس المال، وذلك بسبب توظيف المزيد من الموارد في تأمين الغذاء والسلع التي يستعملها المستهلكون بشكل مباشر. الناس، بمعظمهم، ينفقون كلّ ما يكسبونه لكي يؤمّنوا حاجاتهم اليوميّة من دون أن يبقى لديهم ما يستثمرونه. أمّا الذين يتمكنون من الإثراء، فهم بغالبيتهم يستثمرون ما آخروه في شراء الذهب والمجوهرات والأراضي غير المنتجة وأنواع أخرى من الثروات، عوضاً عن استثمارها في سلع إنتاجيّة. أضفّ إلى ذلك قلّة عدد المدارس والمعلّمين، ما يحدّ من إمكانيّة تأهيل المزيد من الرأس المال البشريّ.

وتختلف الدول النامية عن الدول المتطوّرة أيضاً بنوع الإنتاج. ففي حين يخصّص قسم كبير من الصناعة في البلدان النامية لتأمين الغذاء والحاجات الأساسيّة الأخرى، فإنّ صناعات عدّة في البلدان المتطوّرة تتركز على إنتاج وسائل للرفاهيّة والكماليّات على مختلف أنواعها. إلى جانب ذلك، فإنّ الكثير من الدول الفقيرة ينتج نوعاً واحداً أو نوعين من المواد الخام التي يتبادلها مع بقية بلدان العالم، والتي إذا ما انخفضت أسعارها تسبّبت بمعاناة لهذه الدول.



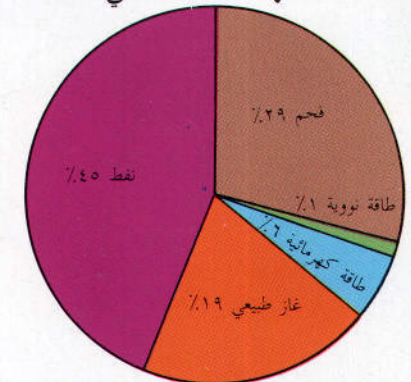
نيويورك ليلاً

يستعمل أكثر من ٣٠٪ من الطاقة المستهلكة في الولايات المتحدة للإنارة والتدفئة والتبريد. يمكن لتقنيات البناء التي تؤمن عزلاً حرارياً فعالاً أن تخفض الاستهلاك في هذا المجال إلى النصف.

أنواع الطاقة المستهلكة

كما يظهر في الرسم البياني أدناه، يأتي أكثر من نصف الطاقة المستهلكة اليوم من الهيدروكربونات (النفط والغاز الطبيعي)، وهي نسبة تتزايد منذ بداية القرن العشرين. حتى ذلك التاريخ، كان الفحم يؤمن ٧٠٪ من مصادر الطاقة؛ وقد انخفضت النسبة اليوم إلى أقل من الثلث. إلا أن تزايد كلفة النفط، يجعل من الضروري إعادة النظر في هذا المصدر من الناحية الاقتصادية. نظراً إلى ارتفاع كلفة انتاجها وإلى التكنولوجيا المتقدمة التي تتطلبها، لا تشكل الطاقة النووية، اليوم، سوى جزء ضئيل من الطاقة المستهلكة في العالم.

استهلاك الطاقة العالمي



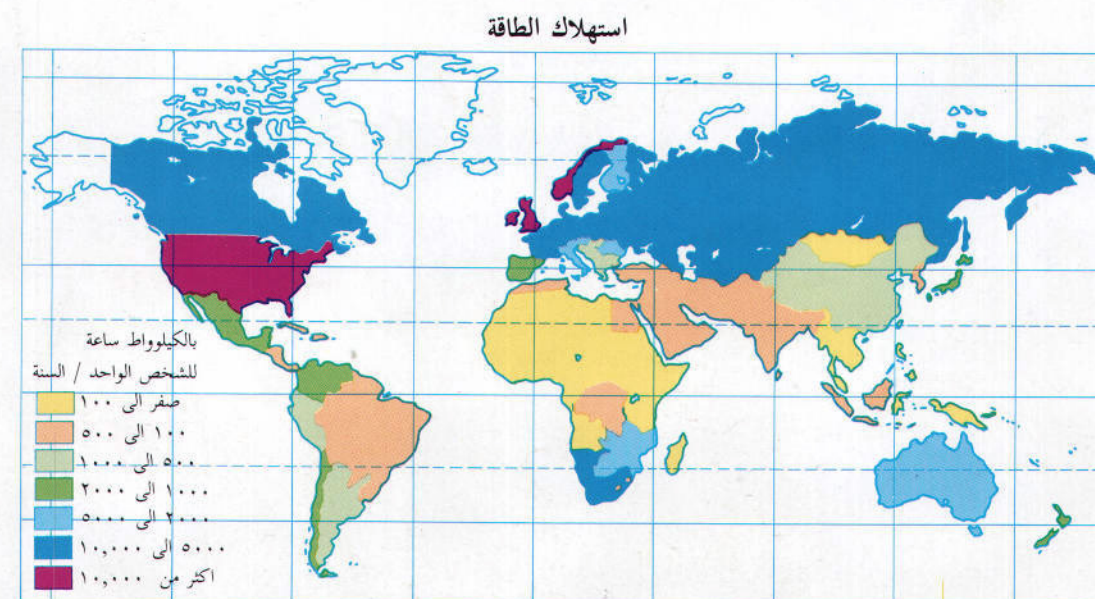
استهلاك الطاقة

أصبحت اليوم كمية الطاقة المستهلكة سنوياً للشخص الواحد، دلالة مهمة على مستوى تطوّر كل بلد من بلدان العالم. كما يظهر في الخريطة، توجد أعلى نسب استهلاك الطاقة في أكثر البلدان تصنعاً والتي تتمتع بأعلى مستويات معيشة (كالولايات المتحدة، مثلاً) ثم تليها كل الدول الأوروبية تقريباً والاتحاد السوفياتي السابق وكندا، حيث الاستهلاك أقل ولكن بمقدار ضئيل. تعود هذه المستويات المرتفعة من الاستهلاك إلى الصناعة، وخصوصاً صناعة المعادن والصناعة الكيميائية، وإلى الاستهلاك المحلي. في معظم الدول المتبقية، استهلاك الطاقة منخفض ولكنه يزداد باستمرار.

مصادر الطاقة

لقرون عدة، كانت القوة العضلية (للإنسان والحيوان) وقوة الرياح والمياه أكثر مصادر الطاقة استعمالاً، وهي لا تزال تستعمل إلى اليوم في كثير من البلدان النامية. في بداية القرن الثامن عشر، وبفضل التقدم التقني والعلمي، بدأ الفحم يستعمل على نطاق واسع لتوليد الطاقة في سبيل التدفئة وتشغيل الآلات.

بعد ذلك، انتشرت الكهرباء المولدة في محطات تعمل بالفحم وأيضاً في محطات كهرومائية، ما سهّل نشوء الصناعة وتطوّرها في كثير من البلدان الغنية بالمواد الأولية. من ثم، جاء استعمال الهيدروكربونات، وخصوصاً النفط. نظراً إلى سهولة استعماله، وحتى



الفحم

يعتبر الفحم من أكثر المواد توفراً على سطح الأرض. وقد تطوّرت التراكمات الطبيعية المتواجدة للفحم من جزاء النباتات المورقة، خلال العصر الجيولوجي للأرض المسمّى بالعصر الكربوني Carboniferous Period، الذي ابتدأ منذ أكثر من ٣٠٠ مليون سنة، وقد ترسّب الكثير من النباتات بعد زواله في أعماق المستنقعات والتجمّعات المائية. أمّا المتبقّي منها فقد تراكم فوق بعضه البعض مشكلاً طبقات رطبة تحتوي كميات غير كافية من الأكسجين الذي حال دون تحللها بالكامل. إثر ذلك، برزت الكتلات العضوية البنية اللون تدعى اللبد^(١) Peat، وبرزت منها الأغصان وجذور النباتات والأعشاب الأخرى بشكل ظاهر. وكنتيجة لتعرض مستويات المياه للكثير من التقلّبات، انغمرت التراكمات اللبدية بالرمال والطمي، ما زاد كمية الضغط على الكتلات العضوية، وزاد بالتالي من اندماجها وتحوّلها إلى طبقات من الفحم الصلب.

يُعتبر اللبد من أقدم وأرطب أشكال الفحم. وهو يتطوّر حالياً في أراض رطبة. والجدير بالملاحظة أنّه لم يتعرّض للضغط اللازم لتحويله إلى مادة فحمية صلبة، ولكن يمكن استعماله كوقود في حال جفافه.

وتسمّى المرحلة الثانية من تطوّر الفحم باللينيت^(٢) Lignite، ويليه الفحم القاري Bituminous Coal، ثم فحم الانتراسيت^(٣) Anthracite Coal.

ترداد كمية الكربون مع تلاحق مراحل تطوّر الفحم، وتتناقص كمية الرطوبة فيه، ما يجعله أشدّ صلابة. ولفحم الانتراسيت خصائص مميزة، منها صلابته ونقاوته عند الاشتعال.

الطاقة الذرية

في أواخر ثلاثينات هذا القرن، اكتشف العلماء كيف يغلقون نواة الذرة. هذه العملية المسماة الانشطار النووي Nuclear fission تُطلق الطاقة التي تقيد النواة. وجدوا أنّه عندما تنغلق ذرة من العنصر المشعّ أورانيوم، تقدح الأخرى لتتغلق. يسمّى

(١) اللبد: خشب صخري نصف متفحم.

(٢) اللينيت: فحم أحفوري، أسود أو بنيّ يحتوي على ٦٠ إلى ٧٣٪ من الكربون.

(٣) فحم الانتراسيت: فحم صلب.



هذا تفاعلاً متسلسلاً. يمكن لتفاعل متسلسل غير مضبوط أن يسبب انفجاراً، كما في القنبلة الذرية. يُنتج تفاعل مضبوط في داخل مفاعل نوويّ، كميات هائلة من الطاقة الحرارية في جزء من الثانية. تسخّن الطاقة المياه خالقة بخاراً يدير مولّدات ذات عنفات لينتج الكهرباء.

ربما تكون الطاقة النووية واحدة من أكثر مصادر الطاقة المستعملة اليوم إثارة للجدل. يمكن للفضلات المشعة الناجمة عن الانشطار أن تدمّر الخلايا في أجسام الناس والحيوانات، وتلوّث النبات والماء. على الفضلات المشعة أن تخزّن بشكل مأمون لآلاف السنوات إلى أن تصبح غير ضارة. رغم أن المفاعل النووي لا يمكن أن ينفجر مثل قنبلة، يمكن لانفجارات مرتبطة بارتفاع مفاجيء في الطاقة المولدة أن تحدث فجأة في بعض المفاعل النووية مفسحة في المجال أمام انطلاق المواد المشعة في الهواء. حدث هذا في العام ١٩٨٦ في تشيرنوبيل في أوكرانيا، ما سبّب المرض والموت ولوّث المحاصيل.

يعمل الفيزيائيون النوويون على تطوير الأمان في المفاعلات النووية. كما أنّهم يدرسون وسيلة أكثر أماناً في تحصيل الطاقة المسجونة في الذرات. تسمّى هذه العملية التحاماً نووياً Nuclear Fusion، وهي تقلّد كيفية انطلاق الطاقة في الشمس. في الإلتحام، تندمج نوى ذرات الهيدروجين، أي تتحد، لتشكّل عنصراً آخر. أثناء عملية الإلتحام، تطلق الذرات طاقة. لقد تحقّق الإلتحام على درجات حرارة عالية في المختبرات بشكل محدود. يعمل العلماء أيضاً على أساليب الوصول إلى التحام على درجات حرارة عادية. قد يكون الإلتحام أقلّ تلويثاً من الانشطار، كما يمكنه إطلاق كميات هائلة من الطاقة.

فعالية الطاقة

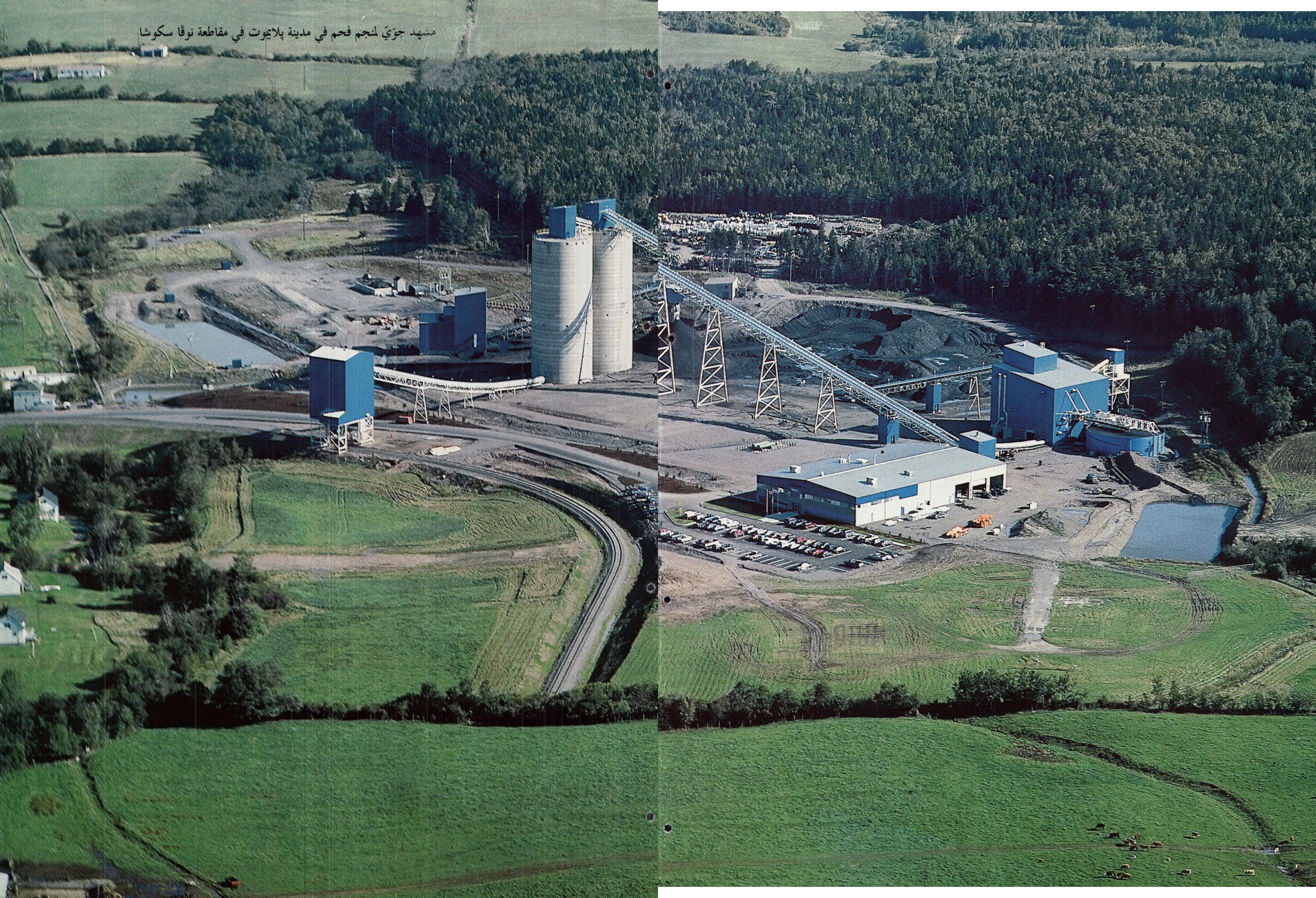
يعمل العلماء حول العالم على طرق لتسخير مصادر طاقة بديلة أكثر توافراً، وأنظف من الوقود الأحفوريّ الذي نعتمد عليه الآن. لن تعني النقلة إلى مصادر بديلة أنّ الناس سوف يضطرون للتخلّي عن أسباب راحتهم. يريد الناس الدفء والضوء وسائر المنافع التي تقدّمها الطاقة؛ فهم ليسوا مهتمّين بشكل خاصّ بمصدر الطاقة الذي يزودهم بها. أمّا في الوقت الحاضر، فيمكن للناس أن يساعدوا في صيانة مصادر الطاقة الحالية عبر استخدام الطاقة بفعالية أكبر. لا يعني هذا ممارسة صيانة الطاقة في البيوت والمكاتب فحسب، ولكنّه يعني أيضاً استخدام منتجات تستهلك طاقة أقلّ وتؤمّن الراحة التي يستمتعون بها.

ترسّبات الفحم

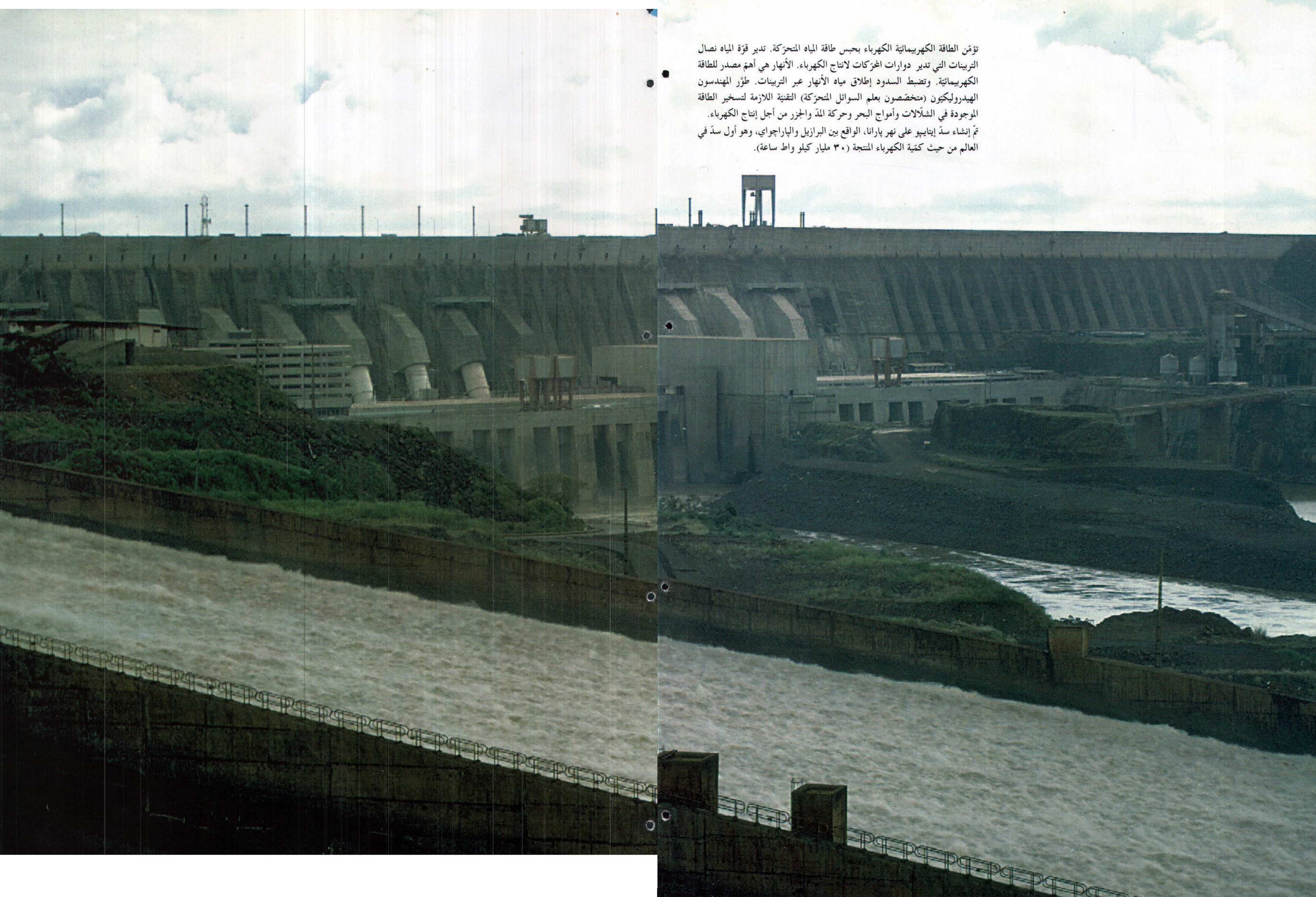


استعمل الصينيون الفحم الأحفوري منذ زمن بعيد لتوليد الطاقة الحرارية. وأصبح الفحم حيوياً بالنسبة إلى الإقتصاد العالمي، وخصوصاً الأوروبي، بعد اختراع المحرك البخاري. فتكثف وجود الصناعات في مناطق التعدين (الرور في ألمانيا، منطقة بيتسبورج في الولايات المتحدة، الدونتسك في أوكرانيا)، ولم يتراجع إنتاج الفحم إلا بعد تصميم المحرك الداخليّ الإحتراق، الذي يستعمل المنتجات النفطية. (تمثّل الصورة إلى اليمين استخراج الفحم في منجم أسترالي). يبقى الفحم، اليوم، مادة أوليّة ضرورية في صناعة الحديد وفي قطاعات عدّة من الصناعة الكيميائية ولتوليد الكهرباء.

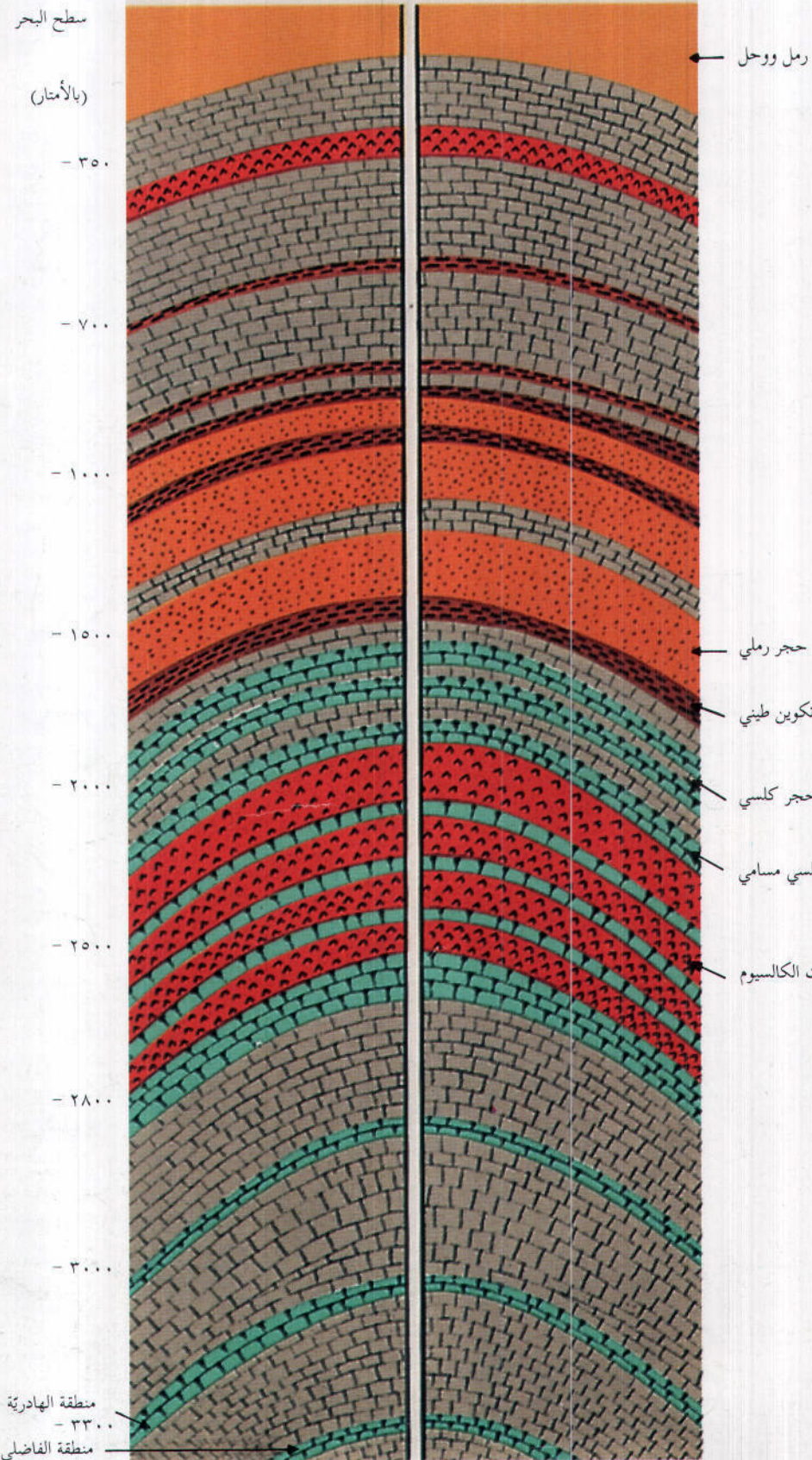
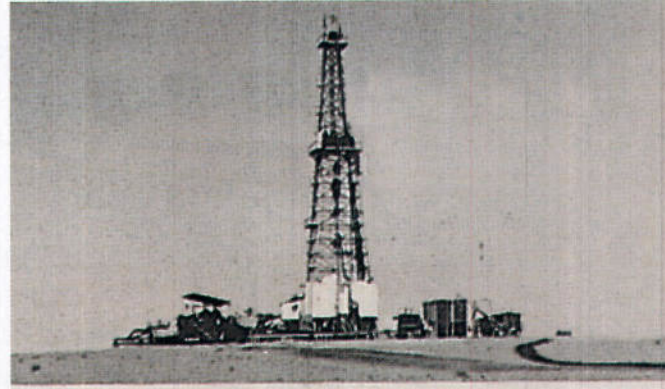
مشهد جوي لمنجم فحم في مدينة پلايموت في مقاطعة نونفا سكوشا



تؤمن الطاقة الكهريمائية الكهرباء بحبس طاقة المياه المتحركة. تدير قوة المياه نصال التربينات التي تدير دوارات المخزّنات لإنتاج الكهرباء. الأنهار هي أهم مصدر للطاقة الكهريمائية. وتضبط السدود إطلاق مياه الأنهار عبر التربينات. طوّر المهندسون الهيدروليكيون (متخصّصون بعلم السوائل المتحركة) التقنية اللازمة لتسخير الطاقة الموجودة في الشلالات وأمواج البحر وحركة المدّ والجزر من أجل إنتاج الكهرباء. تمّ إنشاء سدّ إيتايبو على نهر يارانا، الواقع بين البرازيل والباراجواي، وهو أول سدّ في العالم من حيث كمية الكهرباء المنتجة (٣٠ مليار كيلو واط ساعة).



شرقي المملكة العربية السعودية



- (١) سينوزوي: الدهر الحديث.
(٢) ميسوزوي: الدهر الوسيط.
(٣) بايوزوي: الدهر القديم.



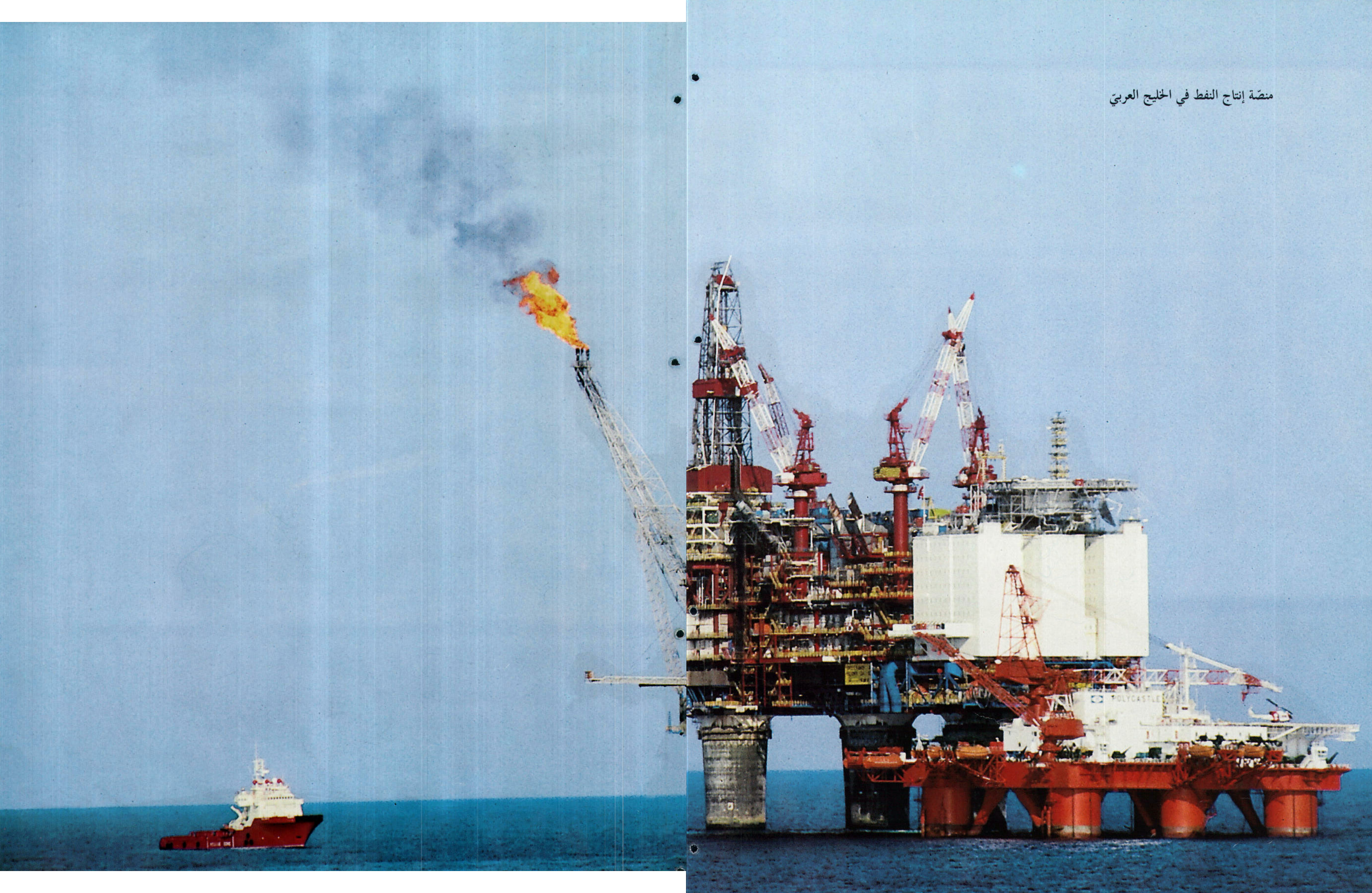
محطة نووية لتوليد الطاقة الكهربائية
منجم لاستخراج الفحم



منصة تعمل لحفر بئر نفط في الخليج العربي



منصة إنتاج النفط في الخليج العربي



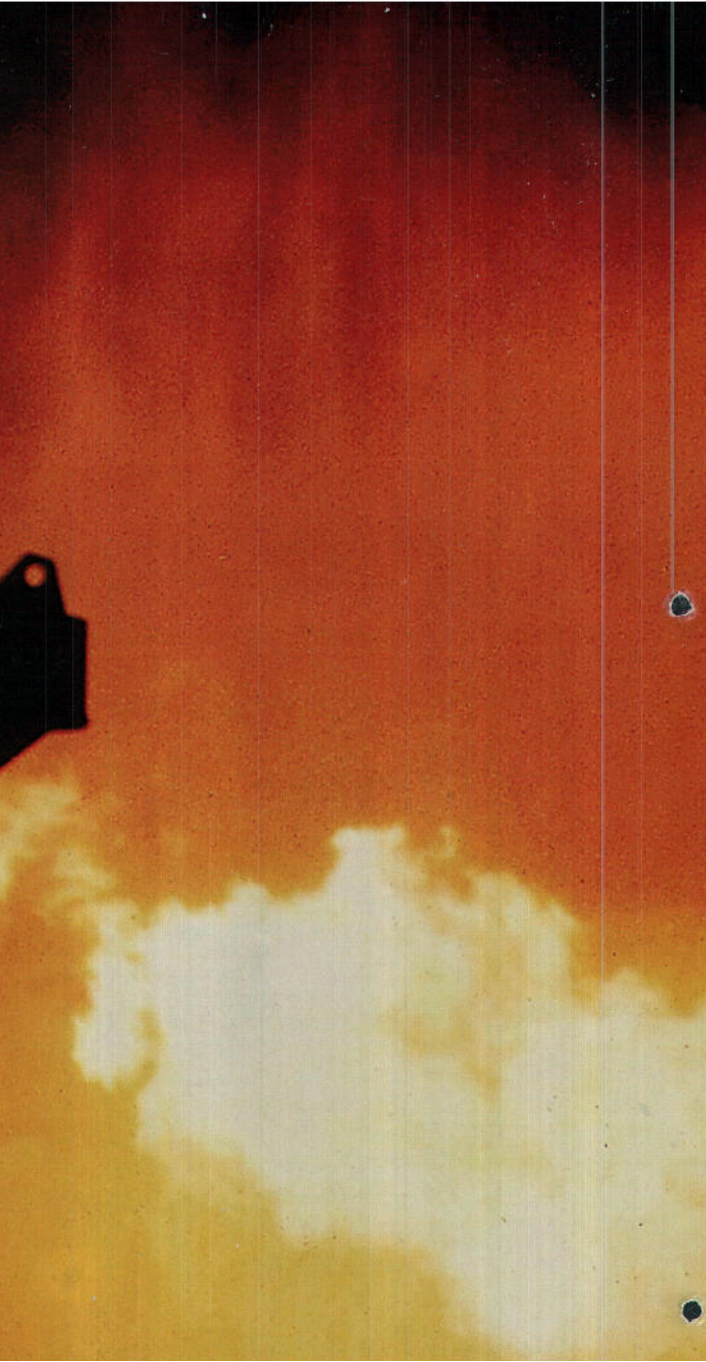




مصفاة للنفط في مدينة هاليفاكس في منطقة نونافا سكوتشا في كندا

خزانات النفط في المملكة العربية السعودية





مشهد لحفارة نفط تعمل في منطقة
بحر الشمال ضمن الحدود النروجية

على البحث عن وسائل جديدة لزيادة الإنتاج المحلي. وتجري هذه الصناعة أبحاثاً حول وسائل إنتاج النفط في ظروف قاسية جداً، مثل تلك السائدة في القطب الشمالي، وتحت سطح البحر بأعماق تجاوز الـ ٢٠٠٠ م. ويَفْشُ الباحثون عن تقنيات أكثر فعالية في استخراج النفط، وتحويل الفحم والطفّل الزيتي والرمال القارية وسائر المواد الهيدروكربونية المتوافرة إلى نفط وغاز صناعيين. ويدرس الباحثون إمكانية استخراج الطاقة من مصادر أخرى كالشمس والرياح والحرارة الجوفية في باطن الأرض.

وفي كندا يمتلك القطاع الخاص معظم قطاعات الصناعة النفطية ويديرها. وفي العام ١٩٧٥، دخلت شركة حكومية تدعى «بترو-كندا» في قطاع البحث عن احتياطات جديدة وفي تطوير أصناف صناعية من النفط. وقد سمح قانون صدر في العام ١٩٩١ لـ«بترو-كندا» ببيع أسهمها، فحوّلها إلى شركة مملوكة من قبل الجمهور. وتتدخل الحكومة في صناعة النفط لأنها تملك الحقّ في منح إجازات عقود لإيجار لشركات النفط.

بدأت صناعة النفط الكندية بالتوسّع في العام ١٩٤٧، عندما اكتشف رُؤاد حقلاً نفطياً مهماً في لدوك في ألبرتا. وارتفع الإنتاج السنوي من حوالى ٨ ملايين برميل في تلك السنة إلى حوالى ٦٥٠ مليون برميل في أواسط السبعينات. وظلّت كندا المصدر الرئيسي للنفط إلى الولايات المتحدة حتى العام ١٩٧٥. فمُنذ ذلك العام، تراجعت احتياطات كندا وإنتاجها، فقلّصت صادراتها إلى الولايات المتحدة. وتنتج كندا اليوم حوالى ٦٠٠ مليون برميل في العام فيما تعالج مصافيها ٦٢٥ مليون برميل تقريباً كلّ سنة، ما يجعل هذه الدولة إحدى أهمّ دول العالم المكررة للنفط.

يفوق عدد الشركات المنتجة للنفط في كندا الـ ١٥٠٠، بينها ٢٠ شركة كبرى تسيطر على حوالى ٨٠٪ من إنتاج البلد. ويعمل ٦٠,٠٠٠ كندي في قطاعي الإنتاج والتصنيع، فيما يعمل الكثير في قطاعي النقل والتسويق.

في سائر الدول عملت شركات النفط الأجنبية خلال بدايات هذا القرن على تطوير صناعة النفط في عدد من بلدان الشرق الأوسط وأفريقيا ومناطق أخرى من العالم. هذه الشركات، التي كان معظمها أميركياً أو أوروبياً، استمكنت النفط الذي اكتشفته وأنتجته، وفي المقابل دفعت ضرائب وحصصاً للدول المضيفة من عائدات النفط. ومنذ الخمسينات، راحت الدول المنتجة تشعر بأنها لا تتلقّى حصصاً كبيرة بما فيه الكفاية من النفط المستخرج في أراضيها. واليوم، بات الكثير من هذه الدول يسيطر جزئياً أو كلياً على صناعة النفط داخل حدوده، وذلك بعد التفاوض مع الشركات الأجنبية أو تأميمها. وينتمي عدد من الدول المنتجة إلى منظمة الدول المصدّرة للنفط (أوبك) التي تملك نفوذاً كبيراً.

تتألف الأوبك (Organization of Petroleum Exporting Countries)، التي تأسست في العام ١٩٦٠، من ١٢ دولة تعتمد بقوة على صادراتها النفطية مصدراً للدخل. وتضمّ المنظمة ليبيا ونيجيريا وفنزويلا وأبرز دول الشرق الأوسط المنتجة للنفط. وتصدّر الدول الأعضاء حوالى ٤٥٪ من إجمالي صادرات النفط في العالم. ولذلك تحدّد الكمية التي تنتجها هذه الدول والأسعار التي تتفق في

ما بينها عليها، الكلفة الفعلية للنفط. ولأنّ الدول الصناعية تعتمد كثيراً على النفط المستورد، تجد الأوبك نفسها قادرة على استخدام هذه المادة سلاحاً اقتصادياً وسياسياً. في السبعينات، رفعت الأوبك أسعار النفط إلى درجة تمكّنت معها الدول الأعضاء من زيادة مداخيلها والحدّ من الإنتاج في آن معاً.

استخدام النفط في التاريخ

استخدم البشر النفط لآلاف السنوات. فالمصريون القدماء غطّوا مومياءاتهم بالقار، وحوالى العام ٦٠٠ قبل الميلاد، استخدم الملك نبوخذنصر الثاني القار في بناء الجدران ورصف الطرق في بابل.

في أميركا، استخدم الهنود النفط وقوداً ودواءً لمئات السنوات، قبل وصول أوائل المستوطنين البيض إلى العالم الجديد. وفي أوائل القرن السابع عشر، وجدت الإرساليات المسافرة، عبر المنطقة المسقاة اليوم ولاية بنسلفانيا، هنوداً يغرّفون النفط من برك سطحية. وتدلّ بقايا الآبار في شرق الولايات المتحدة على أنّ الهنود تمكّنوا من الحصول على النفط من ترسّبات واقعة تحت سطح الأرض.

ومع حلول العام ١٧٥٠، وجد المستوطنون الأميركيون عدداً من نوز النفط في ولايتي نيويورك وبنسلفانيا والمنطقة المسقاة اليوم ولاية فيرجينيا الغربية. وقد أنتج بعض الآبار التي حُفرت، بحثاً عن الملح الصخري، نفطاً، ما أزعج منتجي الملح وأسدّد أناساً آخرين. وفي العام ١٨٥٧، سوّق صيدلي من بيتسبورج يدعى سامويل م. كاير النفط علاجاً لعدد من الأمراض. وباع أحد سكّان التخوم، كيث كارسون، النفط لتشجيع محاور دواليب العربات التي كان يملكها الرّواد.

وفي أربعينات القرن الماضي، برز للنفط استخدام ثوريّ. ففي تلك الفترة، اكتشف جيولوجي كنديّ، يدعى أبراهام جسنر، مادة الكيروسين التي كانت تُقَطَّر من الفحم أو النفط. وقد شاع استخدام الكيروسين لإشعال المصابيح، فارتفع سعر النفط. **بدايات صناعة النفط:** يُرجع معظم المؤرخين بدايات صناعة النفط على نطاق واسع إلى العام ١٨٥٩. ففي تلك السنة، حفر قاطع تذاكر قطارات متقاعد، يُدعى إدوين ل. درايبك، بئر نفط قرب تيتسفيل في ولاية بنسلفانيا. واستخدم درايبك محركاً بخارياً قديماً لتشغيل الحفّارة. وبعدما بدأت البئر تنتج النفط، حفر رّواد آخرون آباراً قريبة. وبعد ثلاث سنوات، أنتجت المنطقة كميات من النفط دفعت بسعر البرميل نزولاً من ٢٠ دولاراً إلى ١٠ سنتات.

وفي بدايات ستّينات القرن الماضي، حوّل ثورة النفط الحياة في غرب بنسلفانيا جذرياً. قد غطّت غابات من الدرائك الخشبية مرتفعات المنطقة، وتجمّع آلاف الرّواد في المدن التي بُنيت، جزاء الفورة النفطية. وفي البداية، نقلت العربات وقوارب البرج النهرية النفط إلى مصافي الساحل الأطلسي. لكنّ الكمّيات المتزايدة من النفط تطلّبت بعد مدّة قصيرة وسائل نقل أكثر فعالية، فأنشأت السكك الحديدية خطوطاً جديدة إلى الحقول النفطية لنقل الإنتاج. وفي العام ١٨٦٥، بُني أول أنبوب نفط ناجح بين حقل نفطيّ قرب تيتسفيل ومحطة سكك حديدية تبعد ٨ كم. وبعد ١٠ سنوات، ربط أنبوب نفطيّ بطول ٩٧ كم المنطقة ببيتسبورج.

واكتشف الرّواد أنّ ولايات أميركية أخرى تمتلك احتياطات نفطية أكبر من تلك الموجودة في

بنسلفانيا. ومع حلول ثمانينات القرن الماضي، كان إنتاج النفط على نطاق تجاريّ قد بدأ في ولايات كنتاكي وأوهايو وإيلينوي وإنديانا. وفي العام ١٩٠١، حُفرت أوّل بئر نفطية متدفقة في أميركا الشمالية، وذلك في حقل سيسندلوتب في شرق ولاية تكساس. وفي تسعينات القرن الماضي وبدايات القرن العشرين، انضمت ولايتا كاليفورنيا وأوكلاهوما إلى تكساس على قائمة الولايات الأكثر إنتاجاً للنفط. وارتفع إجماليّ إنتاج النفط في الولايات المتحدة من ٢٠٠٠ برميل في العام ١٨٥٩ إلى ٦٤ مليون برميل في العام ١٩٠٠.

وانتشر الإنتاج التجاري للنفط في العالم. وبعد إيطاليا، التي بدأ إنتاجها في العام ١٨٦٠، بدأ الإنتاج على التوالي في كندا وبولونيا والبيرو وألمانيا وروسيا وفنزويلا والهند وأندونيسيا واليابان وترينيداد والمكسيك والأرجنتين. وأوّل اكتشافات النفط المهمة في الشرق الأوسط كانت في إيران في العام ١٩٠٨. ووجد الرّواد النفط في العراق في العام ١٩٢٧، وفي المملكة العربية السعودية في العام ١٩٣٨. واكتُشفت كمّيات كبيرة من النفط في سائر دول الخليج بعد ذلك.

تطوّرات أخيرة: ساهم الاستخدام المتزايد باستمرار لمنتجات النفط، لاسيّما في الدول النامية، في رفع مستوى المعيشة للكثيرين. لكنّ ذلك ولّد الكثير من المشاكل. فعلى الصعيد الدوليّ، تركّز الصراع على النفط على منطقة الشرق الأوسط، التي تملك أكثر من نصف احتياطات العالم من هذه المادة. فصناعة النفط في كثير من دول الشرق الأوسط كانت تملكها أو تُديرها شركات أميركية أو أوروبية. في العام ١٩٥١، أتمت إيران ممتلكات هذه الشركات في خطوة هي الأولى من نوعها. وفي أواسط السبعينات من هذا القرن، بات معظم دول الشرق الأوسط يسيطر تماماً على صناعة النفط الخاصّة به أو على معظم هذه الصناعة.

التلوث البيئي: خلق إنتاج النفط ونقله واستخدامه مشاكل خطيرة ناجمة عن التلوث البيئي. فالحوادث التي تصيب حاملات النفط والحفّارات العاملة أمام الشاطئ، تسبّب أحياناً تسرباً نفطياً يلوّث المياه ويخرب السواحل ويدمر الحياة الوحشية. ويرى البعض أنّ النفط الحارّ المتدفق في أنبوب عبر ألاسكا قد يضرب بالتوازن البيئي في القطب الشمالي. والوقود اأخترق في المركبات الآلية والمعامل الحرارية والمصانع أبرز مصادر تلوث الهواء في أغلبية المدن.

وقد صدرت قوانين عدّة في الولايات المتحدة وكندا وبلدان أخرى للسيطرة على التلوث. وقد وُلّفت صناعة النفط أموالاً طائلة لتطوير تقنيات ومنتجات تحدّ من التلوث. ولتقليل المواد الملوّثة المنبعثة من عوادم (إشعّامات) السيارات على سبيل المثال، تعاونت شركات النفط ومعامل السيارات لإنتاج غازولين من دون رصاص. لكن ازدياد استهلاك النفط عطلّ بعض معام الحرب على التلوث.

مستقبل صناعة النفط: يتوقّع معظم الخبراء أنّ الطلب العالمي على النفط سيتابع وتيرته التصاعديّة في السنوات المقبلة. ويتوقّع كذلك أنّ اعتماد العالم على نفط الشرق الأوسط سيتزايد بدوره. ويرى كثيرون أيضاً أنّ النفط سيصبح نادراً في أواسط القرن المقبل في حال لم تُكتشف احتياطات كبيرة جديدة.

لكنّ صناعة النفط قلّصت برامج التنقيب عن احتياطات جديدة بعد تراجع أسعار النفط في الثمانينات. والحلّ بعيد الأمد والوحيد لمعضلة الطاقة يكمن في إيجاد مصادر جديدة للنفط. فقد طوّر العلماء تقنيات لتحويل الفحم إلى نفط وغاز، وإنتاج النفط من رمال البيتومين والطفّل الزيتي. لكنّ النفط الصناعي المستخرج ما يزال أغلى من أن يُنتج على نطاق تجاريّ واسع. وفي حال استمرّت أسعار النفط الطبيعي في الارتفاع، قد تمكّن الأنواع الصناعية من منافسة أسعار الأصناف الطبيعية.

ربما يتطلّب الأمر سنوات قبل أن تمكّن مصادر النفط البديلة من المساهمة بشكل رئيسيّ في إنتاج الطاقة عالمياً. حتى ذلك الحين، سيبقى على شركات النفط ومستهلكيه أن يحافظوا على الاحتياطات الحالية بالفعالية الممكنة والتوفير المتاح.

العلماء والمهندسون يلبعون دوراً حيويّاً في صناعة النفط. فالجيولوجيون وعلماء طبيعة الأرض ينبّون عن النفط فيما يدرس علماء آخرون، كالبيولوجيين وعلماء البيئة، تأثيرات الصناعة النفطية على البيئة.

ويشرف مهندسو النفط على حفر الآبار واستخراج النفط. وتوظّف شركات النفط مهندسين في مجالات الكيمياء والهندسة المدنية والكهربائية والميكانيكية. ويتطلّب كلّ هذه الوظائف تمريناً جامعياً، وبات بعض الجامعات تقدّم شهادات في هندسة النفط ومواء مختصة في الجيولوجيا وعلم طبيعة الأرض. وعلى الطلاب المهتمّين بالموضوع أن يدرسوا مواضيع مثل الرياضيات والفيزياء والكيمياء. **البتروكيميائيات** موادّ كيميائية تُصنع من النفط أو الغاز الطبيعي. وهي من الموادّ المهمة جدّاً في الصناعة. فالمعامل تستخدم البتروكيميائيات لصناعة بعض الموادّ مثل موادّ التنظيف والأسمدة والأدوية والدهان والبلاستيك والألياف الصناعية والمطاط الصناعي.

أبرز الموادّ المستخدمة في الصناعة الكيميائية هي **البتروكيميائيات الرئيسية**، التي يمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات بحسب تركيبها الكيميائي: (١) الأوليفينات Olefins و (٢) العطريات Aromatics و (٣) غاز التركيب Synthesis Gas.

أبرز الأولفينات: **الإثيلين والبروبيلين والبتاديين.** فالإثيلين والبروبيلين مصدران هامان للمواد الكيميائية الصناعية والموادّ البلاستيكية. أمّا البوتاديين فيُستعمل لصناعة المطاط الصناعي. أهمّ العطريات: **البنزين والتولوين** وأصناف **الزايلين.** يُستعمل البنزين لصناعة الصباغات والمنظفات الصناعية. ويُستعمل التولوين لصناعة المتفجّرات، أمّا الزايلين على أنواعه يدخل في تركيب البلاستيك والألياف الصناعية.

أمّا غاز التركيب فخليط من أول أكسيد الكربون والهيدروجين، يُستعمل في تركيب البتروكيميائيين: **الأمونياا والميثانول.** وتدخل الأمونيا في صناعة الأسمدة والمتفجّرات. أمّا الميثانول فمصدر لتركيب موادّ كيميائية أخرى عدّة.

وسائل صناعة **البتروكيميائيات:** يتألف النفط والغاز الطبيعي أساساً من مركّبات العنصرين الهيدروجين والكربون، ولذلك تُستسّى هذه المركّبات **هيدروكربونات.** ويحتوي معظم البتروكيميائيات كربوناً مستخرجاً من مركّبات هيدروكربونية.



الطرقات البحرية



النقل بالسكّة الحديدية: تتنافس السكّة الحديدية بشكل كبير مع النقل السيار وقد حصل تقدّم كبير في السنوات الأخيرة على صعيد قطارات الركبّ والشحن لتحسين الخدمات. أحد أهمّ مجالات النقل بالسكّة الحديدية هو نقل الركّاب على المسافات الطويلة. بالنسبة إلى الكثير من أنواع البضائع، يتنافس القطار مع الشاحنة، التي يمكنها نقل البضائع من الباب إلى الباب وتالياً لا تفترض، مثلاً، نقل البضائع من المصنع إلى الحطة. إنّ النقل بالسكّة الحديدية هو الوسيلة الأولى للنقل في البلدان الشاسعة التي تضمّ عدداً قليلاً من السكان المبعثرين في أرجائها.



النقل الجويّ: في أقلّ من ١٠٠ سنة على بدء النقل الجويّ، غيّرت آخر وسائل النقل بين القارات مفهومنا للمسافة. من الممكن في غضون بضع ساعات، الوصول إلى أيّ جزء من العالم تقريباً. (يتمّ اجتياز الأطلسيّ في أكثر بقليل من ثلاث ساعات)، وذلك بفضل سرعة طائراتنا. منذ الستّينات، حصل تطوّر هائل في كمية النقل الجويّ وكثافته على الطرق الجوية الرئيسية. وتمثّل مساوئ هذا النوع من النقل في ارتفاع كلفة الطائرات والمطارات، الذي أضيف إليه أخيراً ارتفاع سعر وقود الطائرات.

النقل والاتصال

النقل هو تحوّل الناس والسلع من مكان إلى آخر، أمّا الاتصال فهو العملية التي تؤمّن تبادل المعلومات بين الناس. وكلاهما حيويّ بالنسبة لمنهجيّة العمل في المجتمع. ورغم تفاوت وسائل وطرق النقل العالمية، يستعين الانسان في جميع أنحاء العالم بالوسيلتين معاً لتحقيق الأهداف المتشابهة.

يستخدم الإنسان في أنحاء العالم كافّة بعض وسائل النقل المترواحة بين الباصات والشاحنات... ويوصف الاتصال بأنّه أحد أنواع النقل، كونه يساهم في انتقال الأفكار والرسائل بين الأفراد والجماعات.

وتؤمّن أجهزة الاتصال في الدول المتقدّمة، والتي غالباً ما تكون في غاية التعقيد، تبادل الأحاديث من داخل المنازل والسيارات وحتى من الطائرات. أمّا في الدول الأقلّ تقدّماً، فتنضطر الشعوب إلى اعتماد أساليب الاتصال البسيطة نفسها، والتي كانت سائدة في القرون الماضية. ففي المناطق النائية والمفتّرة إلى الكهرباء مثلاً، غالباً ما تُنقل المعلومات بسرعة السائر على قدميه أو الممتطي ظهر الحصان.

غالباً ما ترتبط أجهزة النقل والاتصال المعاصرة. ففي المطارات النشطة مثلاً، يستعين منظّمو النقل الجويّ بأجهزة الرادار المبرمجة لتعيين مسار الخطّ الجويّ للطائرات الهابطة أو المقلّعة، ما يرسّخ احتمال التعاون بين أجهزة النقل والاتصال لتأمين النجاح.

النقل البحريّ: خلال القرن العشرين، ازدادت كميةّ البضائع المنقولة بشكل متواصل. ويعود ذلك إلى الكلفة المنخفضة للنقل البحريّ، ما يجعله مناسباً اقتصادياً لكلّ البضائع التي لا تحتاج إلى أن تنقل بسرعة، مثل الموادّ الأولية والوقود. ومع أنّ السفن لا تستعمل كثيراً لنقل الركّاب (باستثناء المغدّيات)، ولا في نقل البضائع مسافات قصيرة، فقد زادت من حمولتها النافعة بشكل ملحوظ. تظهر الطرقات البحرية الرئيسية في الخريطة، إلى اليمين. يشكّل النفط أكثر من نصف (حوالى ١٥٠٠ مليون طن) البضائع المنقولة إجمالاً.



النقل على الطريق: يحتلّ هذا النوع من النقل المرتبة الأولى في النقل البريّ، بالنسبة إلى الركّاب، في القام الأوّل، وأيضاً لأنواع معيّة من البضائع. في معظم الأحوال، يكون النقل بالركبات السيارّة أسرع من السكّة الحديدية وأكثر راحة. وقد عزّز هذا النوع من النقل وجود شبكة كثيفة من الطرقات المتعدّدة الأنواع – طرقات للشاحنات، الطرقات الرئيسية والطرقات السيارّة – ترافق نشوءها وتطوّرها مع تطوّر النقل السيار بشكل عام، والسيارة الخصوصية بشكل خاصّ. يقدر أن هناك حوالى ١٩ مليون سيارة قيد الإستعمال في بريطانيا اليوم.

التنقل من مكان إلى آخر

تفاوتت وسائل النقل عبر العالم بشكل والتعقيد. ففي منطقة التبت الآسيوية مثلاً، تُستخدم أحياناً الثيران الطويلة الصوف المسقاة بالياك لنقل البضائع الثقيلة عبر الجبال الوعرة. وفي جبال أميركا الشمالية، تُعتبر السيارات الرباعية العجلات وغيرها من الآليات المجهزة بالحرّكات من وسائل النقل المفضلة. ورغم تفاوت سرعتها ومداه، يهدف جميع وسائل النقل بشكل عام إلى إيصال الركاب بسرعة وأمان. اعتبرت وسيلة المشي وحمل الأثقال على الظهر والرؤوس، بالإضافة إلى الحيوانات المدججة والدولاب، من أقدم وسائل النقل. وسُمحت الآليات المدوّية، ومن بعدها السفن الشراعية للإنسان بالسفر ونقل البضائع بشكل أسرع ولمسافات أبعد من أيّ وقت مضى. وساهمت القنوات والجسور والأنفاق والطرق المعبدة بتسهيل المواصلات. ومع مرور الزمن، أصبحت وسائل النقل أكثر سرعة. وشهدت المئاة سنة الماضية تطوّر المراكب البخارية والآليات، البخارية منها والمسيّرة بمحركات الديزل والسيارات والطائرات، وحتى مكوك الفضاء. وأسهم كلّ من هذه الوسائل بطريقته الخاصة بإحداث التغيير على أجهزة النقل.

وتعتمد الحضارة المعاصرة على عدّة وسائل للنقل: الشاحنات والقطارات والسيارات. والنقل أساسيّ للتجارة أو حركة تبادل السلع والخدمات. فبدون الصهاريج الضخمة مثلاً، يتعذّر وصول كمّيات النفط اللازمة من الشرق الأوسط إلى اليابان وإلى عدّة أجزاء من القارة الأوروبية. كما يتعذّر على الدول الشرق أوسطية استلام حاجاتها من البضائع المصنّعة.

وتمكّنت أجهزة النقل المتطورة من جعل العالم يبدو أصغر حجماً. فغالباً ما احتاجت المراكب الشراعية إلى عدّة أشهر لعبور المحيط الأطلسي، بينما تعبره البواخر السريعة اليوم في غضون أيّام.

النقل البرّي

يُعتبر النقل البرّي الأكثر شيوعاً بين أنواع النقل الثلاثة الرئيسية، وهي النقل البرّي والجويّ والمائي. وتشكّل الآليات المدوّية والمسيّرة بطاقة المحركات وسيلة النقل البرّي الرئيسية، وتشمل السيارات والشاحنات والباصات والدراجات البخارية والقطارات. وكان السفر بالسيارات اكتسب شعبية واسعة منذ ابتكار أول سيارة عمليّة مسيّرة بالبنزين في ألمانيا عام ١٨٨٠. وفي عدد من الدول النامية، أعاقَت الأراضي الوعرة والإقتصاد المتعثّر إنشاء الطرق المعبدة ومدّ خطوط السكك الحديدية، وما تزال أكثرية الناس في تلك الدول تعتمد على وسائل النقل القديمة كالمشي وركوب الدراجات، ونقل البضائع على ظهور الحيوانات أو جرّها بواسطة عربات الخيل أو العربات اليدوية المدوّلة. وكان لتطوير خطوط السكك الحديدية في القرن التاسع عشر والإنتاج الضخم للسيارات في

القرن العشرين، الأثر في تغيير مجتمعات الدول الصناعية بشكل مفاجئ. فأُسهمت خطوط السكك الحديدية في إنشاء أراضٍ جديدة وآثرت على نموّ المدن، كما وصلت المدن بالبلدات وعزّزت بالتالي من فعالية العمل التجاريّ وازدهاره. وأمنت السيارات للمسافرين سهولة التنقل، كما أسهمت في إنشاء الضواحي. إنّ اليابان، إلى جانب بعض الدول الأوروبية، تستخدم اليوم قطارات الركاب الفائقة السرعة. ومن المتوقع أن تزداد شعبيّتها وأن تضاربّ على الطائرات في وصول سرعتها إلى حدود الـ ٦٤٠ كم في الساعة. وبالعكس بعض محطات القطارات المحلية، تبعد أكثرية المطارات عن المدن الكبيرة التي تستفيد من خدماتها. وفي بعض الأحيان، يستغرق وقت الذهاب إلى المطار الوقت نفسه الذي تستغرقه رحلة الطيران.

تُعتبر خطوط الأنابيب أحد أشكال النقل البرّي وتستخدم لنقل الإنتاج البترولي، كالغاز الطبيعي وغيرها من المواد، عبر المسافات الطويلة.

النقل المائي

استخدم الإنسان وسائل النقل المائيّ منذ عصور ما قبل التاريخ. شكّلت الطوافات الشجرية في ما مضى، أسرع وسائل النقل المائيّ. لكنّها سرعان ما أفسحت المجال أمام المراكب الشراعية الثابتة التي أنشأها المصريون القدماء، حوالي ٣٠٠٠ سنة قبل المسيح. وأتاحت التحسينات التي أدخلت على المراكب الشراعية إمكانية الرحلات البعيدة والإكتشافات الأوروبية للقارة الأميركية. واكتسب النقل المائيّ السرعة والأمان عبر القرون.

حافظت السفن على مكانتها كوسائل أساسية للسفر عبر البحار حتى العام ١٩٥٠، حيث تمّ تطوير نقّات الخطوط الجوية التجارية. وأصبحت تُستخدم اليوم لنقل الشحنات الثقيلة عبر المحيط أو غيره من الأجسام المائية المتباعدة كالبحيرات الكبرى. كما تُستخدم زوارق القطر لجّ السفن إلى المرافئ، ولتحميل وتفريغ الركاب والبضائع.

وتُستخدم عدّة أنواع من السفن لنقل البضائع والركاب. فالمرّكب المعدية Ferry Boat، هي مثلاً وسائل عادية للسفر في القارتين الأوروبية والآسيوية، وبعض أجزاء من أميركا الشمالية. وتُستعمل الطوافات الخشبية المسيرة بواسطة المجاذيف أو السواري في جزر المحيط الهادئ وعدة مناطق استوائية للنقل عبر الأنهار، أو بين الجزر. ويكثر استعمال المراكب الشراعية والزوارق البخارية لأهداف الصيد والنزهات. وتجهّز الزوارق الكهربائية بزعانف تؤمّن الارتفاع لدى زيادة السرعة. وتُستعمل في أمكنة كنهر النيل في مصر. أمّا زوارق الواسائد الهوائية، فتنتقل فوق المياه أو اليابسة على وسادة من الهواء الذي تولّده المراوح الجبّارة؛ وتُعرف في المملكة المتحدة باسم المراكب المحوّمة



لنقل



ناقلة بضائع



ناقلة بضائع



ناقلة بضائع



للشحن



ناقلة نفط



للسياحة



للسياحة



ناقلة بضائع



ناقلة بضائع



للسياحة



ناقلة الفاخرة



ناقلة بضائع



للسياحة

Hover Craft وتُستخدم لنقل الركاب عبر بحر المانش (القناة الإنجليزية).

النقل الجويّ

في ١٧ كانون الأول العام ١٩٠٣، على شاطئ نورث كارولينا، كانت طائرة الأخوين Wright أول آليّة معزّزة وموجهة، إلى جانب كونها أثقل من الهواء ومزوّدة بمحرك آليّ، تمكّنت من الطيران لمسافة حوالي ٣٧ متراً. وخلال القرن العشرين، حشّن الطيارون واخترعوا تصاميم الطائرات. وتشمل الطائرات المعاصرة النقل التجاريّ والطائرات الخفيفة كطائرات الأجرة Air Taxi، والطائرات المستخدمة في تحديد الحرائق وفي عمليات الإنقاذ، والطائرات العسكرية والمائية، إلى جانب الطائرات ذات الأهداف المحددة، كطائرات ذرّ الحبوب Crop Dusters، والمروحيّات ذات الإقلاع العموديّ أو القصير المدى المستخدمة في المجال العسكريّ.

تُعتبر الطائرات حتى الآن، أسرع الوسائل لنقل الركاب والبضائع عبر المسافات الطويلة. تطير نقّات الخطوط التجارية وفق رحلات محدّدة بسرعة تتراوح ما بين ٨٠٠ و٩٦٥ كم بالساعة، وتتمكّن الطائرات المقلّعة من الولايات المتحدة الأميركية وكندا وأوروبا الغربية من الوصول إلى أيّ اتجاه تقصده بحدود اليوم الواحد. أمّا في الدول النامية، فعادة ما يتضاءل عدد الرحلات وتحدّد وجهتها بمكان واحد.

كان النقل الجويّ في البداية متعذراً بسبب ارتفاع كلفته. ومع تقدّم تقنيّة الطيران، أصبح أكثر فعالية وأقلّ كلفة، إلى جانب كونه أكثر وسائل النقل سلامة.

عام ١٩٨١، أطلقت الولايات المتحدة الأميركية أول مكوك فضائيّ، فاتحة المجال أمام النقل الفضائيّ المستقبليّ. يدور المكوك القابل لإعادة الإستعمال، حول الكوكب الأرضيّ، حاملاً التجارب والأقمار الصناعية والمسابير الفضائية؛ ويعود إلى الفضاء لتشييد أولى الإنشاءات الفضائية الدائمة، والتي ربما تتضمن المصانع والمختبرات ومحطّات الطاقة الشمسية، ومع الوقت، الإستيطان الفضائيّ الأوّل.

تبادل المعلومات

الإتصال هو عملية تبادل المعلومات بين الأفراد من خلال الرموز والإشارات العاديّة أو السلوك المنقول بواسطة الرسائل الشفهيّة أو المكتوبة. ويقسم الإتصال إلى نوعين أساسيين، الإتصال الشخصي^(١)، والإتصال الجماعيّ. ويتمثّل الإتصال الشخصيّ، خلال النقاش الدائر، أو بمكالمة هاتفية. أمّا الإتصال الجماعيّ، فهو الإتصال الحاصل لدى نقل المعلومات إلى مجموعة من المشاهدين أو المستمعين. ويشمل الكتب والمجلات والجرائد وأجهزة الراديو والتلفزيون.

والإتصال، بأكثرية أنواعه، حيويّ بالنسبة للمجتمع. ويستخدم قادة الدول نوعيّ الإتصال المكتوب والمسموع للإستعلام عن اهتماماتهم المشتركة حيال بعض الأمور لتجنّب المواجهة. ويستخدم العلماء الأقمار الصناعية وغيرها من أجهزة الإتصال المتطورة لمراقبة الأحوال الجوية الخطيرة كالاعاصير. وتُنذّر أجهزة الراديو والتلفزيون السكّان باقتراب العواصف. وفي الدول الصناعية، يستخدم رجال الأعمال المعدّات الإلكترونية المختلفة لتزويد وسائل الإتصال بالسرعة والجداية. فمثلاً، يلقّم الباعة في أحد فروع الشركات طلباتهم إلى جهاز الكمبيوتر الذي ينقل بدوره المعلومات إلى مركز الكمبيوتر الرئيسيّ. ويسجل الزبائن الرسائل على مجييات الهاتف الآليّة.

من الطبول إلى الهواتف

تمكّن سكّان ما قبل التاريخ من الإتصال بواسطة الضرب على الأخشاب الفارغة وجذوع الأشجار. كما مكنتهم أصوات الطبول من تطوير الرموز الشفريّة المؤشّرة إلى الحرب والسلام وغيرها من الأنباء.

ومن أقدم سبل الإتصال البعيد المدى، العدّادون أو السعاة، وراكبو الخيل، والحمام الزاجل، والرجال ذوو الأصوات العالية.

وربما اعتُبرت الكتابة الصورية أو اليكوتوغراف، أولى صيغ الإتصال الكتابيّ، المتمثّل بصورة لكلّ فكرة. وحوالي ٤٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ سنة قبل المسيح، تمّ تطوير الطريقة الكتابيّة العالميّة الأولى في بلاد ما بين النهرين (ميزوبوتاميا) على يد شعوب عُرفت بالسومرية. وسقيت الكتابة المسماة^(٢) Cuneiform، والتي اعتمدت الحرف أو الرمز الوتديّ الشكل للمقطع اللفظيّ.

قبل تطوير الطباعة، كان العدد الضئيل من الكتب الموجودة آنذاك يُنسخ باليد، حرفاً بحرف. وكان هذا يقتصر على الأقلية الضئيلة، نسبة إلى جهل أكثرية الناس في ذلك الوقت أسس الكتابة والقراءة. وينسب معظم المؤرخين إلى جوهان جوتنبرج Johann Gutenberg فضل إدخال نهج الطباعة بالأحرف المعدنية المتحركة إلى أوروبا، باستخدامه قوالب معدنيّة طباعية خاصّة لكلّ حرف أبجديّ، مع حبر زيتيّ. تسهّل الطباعة إنتاج الكتب بشكل سريع ومتناسق. وإلى جانب الكتب، بدأ الناس بطباعة الجرائد والمجلات والتقويم. وسرعان ما أصبح الإعلام المطبوع أهمّ أنواع الإتصال الجماعيّ.

حتى منتصف القرن السابع عشر، لم تعدّ سرعة إيصال المعلومات سرعة سير المركب أو القطار البخاريّ. باستثناء البرقيات البصريّة Visual Telegraph، كانت الأبراج في أوروبا تبثّ الرسائل بشكل رموز تشاهد عبر التلسكوب ليعاد بثّها إلى الأبراج المجاورة حتى تصل إلى

(١) بشخصيّ: خاصّ بالعلاقات بين الأشخاص.

(٢) الكتابة المسماة: حروف تشبه الحروف البابليّة والآشورية القديمة.



ناقلة موز



للسياحة



سياحة في بحر الشمال



للسياحة



للسياحة



ناقلة نفط



ناقلة نفط



ناقلة بضائع



ناقلة بضائع



ناقلة بضائع



للسياحة



للشحن



ناقلة بضائع



للسياحة

أهدافها؛ واعتمد الإتصال البعيد المدى على وسائل النقل.

تغير الوضع برمته بعد بـت المخترع الأمريكي صمويل مورس Samuel F.B. Morse الرسالة الأولى عبر الخطّ البرقيّ الأول (التلغراف) من واشنطن إلى بولتي مور في ميريلاند، وذلك في ٢٤ أيار العام ١٨٤٤؛ واقتصرت الرسالة التاريخية على جملة «ماذا كتب الله». ويعتمد نظام «مورس» البرقي على تقطيع التيار الكهربائيّ المستقرّ للحصول على رسائل بشكل نقاط وخطوط أفقية صغيرة، عُرفت بـرموز مورس.

وساعد الإتصال البرقيّ على إنعاش التجارة، وأصبح بالإمكان تبادل الأخبار خلال دقائق بدل الأسابيع.

ولعب الهاتف دوراً هاماً في تطوير وسائل الإتصال. وكان طُور على يد المخترع الأمريكي الإسكوتلانديّ الأصل ألكسندر غراهام بل Alexander Graham Bell؛ تضمّن جهازه الهاتفيّ الأول، والحائز على براءة الاختراع، طبلة رقاقية تهتزّ لدى استلام الموجات الصوتية. وفي ١٠ آذار العام ١٨٧٦، تمكّن «بل» من بـتّ أول مكالمة عبر الهاتف، وتمّ تركيب الخطّ الهاتفيّ الأول بين بوسطن وسمرفيل في ولاية ماساشوسيتس العام ١٨٧٧. واليوم تؤمّن التقنية المتطورة، بما فيها مكبرات الإشارات والأقمار الصناعية وخطوط البثّ الخاصة، لمستخدمي أجهزة الهاتف في الدول المتطورة، التحدّث مع الأصدقاء والشركاء عبر المحيطات والقارّات، والتحدّث إلى عدّة أشخاص في وقت واحد، إضافة إلى إمكانية الإتصال من سيارة إلى أخرى بواسطة الأجهزة الهاتفية الحليوية المتحرّكة.

الراديو والتلفزيون والكمبيوتر

باعتماده على نتائج التجارب الأولية في علم الكهرباء والمغناطيس، برهن المخترع الإيطاليّ جوليئمو ماركوني Guglielmo Marconi إمكانية الإتصال اللاسلكي سنة ١٨٩٦. وتوصّل بعدها إلى بـتّ رسالة من ثلاث نقاط بـرموز مورس للحرف «S» لمسافة ٣,٥٤٠ كم عبر المحيط الأطلسيّ إلى جهاز الإنلقاط في نيويورك لاند. وتمّ توليد الكهرباء اللازمة لجهاز البثّ بواسطة محرّك مزوّد بالوقود قدره ٢٥ حصاناً، وثبّت الهوائيّ بواسطة ساريتين طويلتين، ووصل جهاز الإنلقاط بهوائيّ مثبتّ بواسطة شارع مرتفع. بهذا، أثبت ماركوني إمكانية طواف الموجات اللاسلكية حول الأرض.

وفي العام ١٩٠٦، تمّ وصل التيار الهاتفيّ بأول جهاز لاسلكيّ، سُمّي بعدها بالجهاز البرقيّ اللاسلكيّ، وأذيع أول برنامج اختياريّ للصوت والموسيقى من برانت روك في ماساشوسيتس، والنقله عمال اللاسلكيّ عبر سماعات الرأس على متن سفينة تبعد مئات الكيلومترات. واليوم، أصبح بإمكان أكثرية الناس النقاط الإذاعة الصوتية في وقت واحد.

وضعت أجهزة الكمبيوتر الكثير من المعارف العالمية بمتناول أيدينا. وتستمرّ التطوّرات مسرعة في مجال الإتصال. فالיום مثلاً، يُحدث استعمال الألياف البصريّة ثورة في صناعة أجهزة الهاتف. وهي أسلاك شعريّة دقيقة من الزجاج الصافي، القادرة على نقل آلاف الكمالات الهاتفية عبر الإرسال الضوئيّ البعيد المدى.

وسمّيت أجهزة التلفزيون في الأصل بـ«المذياع المرئي»، والذي يعود تاريخه إلى حدود العام ١٨٨٤. اخترع العالم الألمانيّ بول نيكو Paul Nipkow آنذاك أسطوانة متلفرة، كانت بمثابة دولاب منقلب سريع التدوير مع شاشة خلفية مضيئة. قامت الثقوب بتقطيع كلّ صورة إلى آلاف النقاط المستقلة - النظرية الأساسية للبثّ التلفزيونيّ. وفي العام ١٩٣٦، استهلّت الشركة البريطانية للإرسال أولى الخدمات التلفزيونية العالمية، مستعينة بالجهاز الإلكترونيّ المتكامل.

وفي العام ١٩٨٧، أحصيت حوالي ١٠,٠٠٠ محطة تلفزيونية تبثّ البرامج إلى أكثر من ٦٤٨ جهازاً تلفزيونيّاً حول العالم.

وكمعظم الإنجازات في مجال الإتصالات، تمكّن التلفزيون من جعل العالم يبدو أصغر حجماً، وذلك بالسماح للشعوب المتفرقة بفعل المسافات البعيدة من مشاركة التجارب الواحدة. وبفضل الأقمار الصناعية وغيرها من الأجهزة، تسمح أجهزة التلفزيون لملايين الناس في عشرات الدول من مشاهدة البرامج نفسها في الوقت نفسه.

أما الكمبيوتر فيعتبر أحد أبرز التطوّرات في مجال الإتصال في القرن العشرين. فهو يُمكّن من استيعاب وتنظيم وإرسال كمّيات كبيرة من المعلومات بدقّة وسرعة مذهلتين. فالتطوّرات التي أدخلت على تصميم الرقائق الصغيرة Microchips، وهي دوائر بحجم سبابة الطفل تؤدّي مهامّ الأعصاب المركزية؛ وساعد بعض الكمبيوترات المتفوّقة على تأدية أكثر من مليار ونصف مليار عملية حسابية في الثانية. بينما تمكّن الكمبيوتر الإلكترونيّ الأول في العالم والمنجز العام ١٩٤٦، من تأدية حوالي ٥٠٠٠ عملية في الثانية، كما احتلّ حجمه فسحة مرآين للسيّارات.

يبدو أنّ حسنات الآلات الحديثة لا تحصى، فعلماء الإقتصاد يستخدمون أجهزة الكمبيوتر الدقيقة لتعقّب الأوضاع الإقتصادية والتمكّن من إعلام الأسواق المالية بالإتجاهات المستحدّثة، ورجال الأعمال يستخدمون الأجهزة نفسها لمراقبة وضبط اتصالات الأقمار الصناعية الطافية على ارتفاع آلاف الكيلومترات من سطح الأرض. ويتمكّن مستخدمو الكمبيوترات الخاصة الذين يصلون أجهزةاتهم بالخطوط الهاتفية من القيام بالصفقات المالية البسيطة من خلال المصارف المحلية. كما بإمكانهم الإتصال مع مستخدمي الكمبيوترات الأخرى حول العالم بواسطة الأنترنت Internet. وهكذا،



قارطة البواخر



باخرة لنقل المستوعبات



الصين: المركب الملكي في بايجينج



بورما: مطعم على متن باخرة في مدينة يانجون

التجارة

التجارة هي حركة بيع وشراء السلع والخدمات. أمّا هدف التجارة الرئيسيّ فهو تزويد المستهلك بأجود السلع والخدمات بأرخص الأسعار.

والتجارة هي أساس الإقتصاد الماليّ الحديث. فهي وسيلة التبادل، والمقبولة لدى فريقيّ العمل التجاريّ. ويسمّى المبلغ المطلوب لشراء مطلق سلعة أو خدمة بالسعر. ويتحكّم في تحديد الأسعار كلّ من المنتجين والباعة والحكومات والمنافسات أو العروض المؤدية إلى الاتفاق التجاريّ المسمّى بالعقد.

ولولا المال، لكانت التجارة مجرد تبادل أو مقايضة للبضائع.

دور التجارة

لعبت التجارة دوراً هاماً عبر التاريخ. فلقد خلّت، نقلت القافات السلع من القارة الآسيوية إلى المستهلكين في أوروبا. ففي القرنين الخامس عشر والسادس عشر، اكتشف الرّوّد الأوروبيّون أراضي جديدة خلال سعيهم لاكتشاف المسالك الجديدة إلى الشرق. ومنذ عهد قريب، أنشئت قنوات باناما والسويس لتأمين الخطوط التجارية الأقصر والأوفر. وساعدت التجارة في كافّة الأزمنة على تقدّم الحضارات عبر تبادل الأفكار إلى جانب السلع، وعلى تحقيق الحاجات والرغبات البشرية الأساسية كالغذاء والكساء والمأوى. فعندما يرتفع المستوى المعيشيّ، يميل الإنسان إلى تذوّق المأكّل الأكثر تنوعاً والأغلى ثمناً، والحياة في منازل أفضل، وارتداء أحدث الأزياء. فرغبات الإنسان المعاصر لا تُحد.

وتحقّق التجارة إمكانية التخصّص المهنيّ أو تقسيم الأعمال، فتنجح للمصنع إنتاج الصنف الواحد، وللعامل القيام بالعمل المتخصّص، وللمزارع إنتاج نوع محدّد من المحاصيل. والدولة التجارية ليست ملزمة بإنتاج كافّة احتياجاتها. فالسعودية مثلاً، تنتج البترول، لكنّها لا تصنع أجهزة التلفزيون. كما أنّ اليابان التي تصنع أجهزة التلفزيون لا تملك موارد البترول. ومن خلال التجارة، يمكن لشعبي البلدين الحصول على الصنفين معاً.

الأسواق

لمواصلة النشاط التجاريّ، على الباعة والزبائن الالتقاء في ما يسمّى بالسوق. وشكّلت أسواق الهواء الطلق أقدم الأمكنة التجارية، التي تمّت فيها صفقات المبادلة وجهاً لوجه. وما زالت هذه الأسواق قائمة في الكثير من الدول.

في الإقتصاد الصناعيّ، يلتقي المنتجون والمستهلكون من خلال نظام للتوزيع. وهو ترتيب تقليديّ يؤمّن للمنتجين بيع لإنتاجهم من تجار يُعرفون بتجارّ الجملة، والذين يصزّفون البضائع بكميّات كبيرة إلى تجارّ التجزئة. وتبيع

مخازن التجزئة البضائع بكميّات صغيرة من المستهلك العاديّ. وتسمّى الأسواق التي يتمّ من خلالها تبادل السلع الأساسية كالخنطة والمواشي والبترول والمطاط، بهيئة بورصة السلع والحبوب. وتتمّ العمليّات التجارية وفق نظام المزايا العنليّ المرتكز على كمّيات وأصناف نموذجية خاضعة لمقاييس محدّدة. كما يتابع أسهم الملكية في المؤسّسات بطرق مماثلة في الأسواق المالية كأسواق نيويورك ولندن وطوكيو.

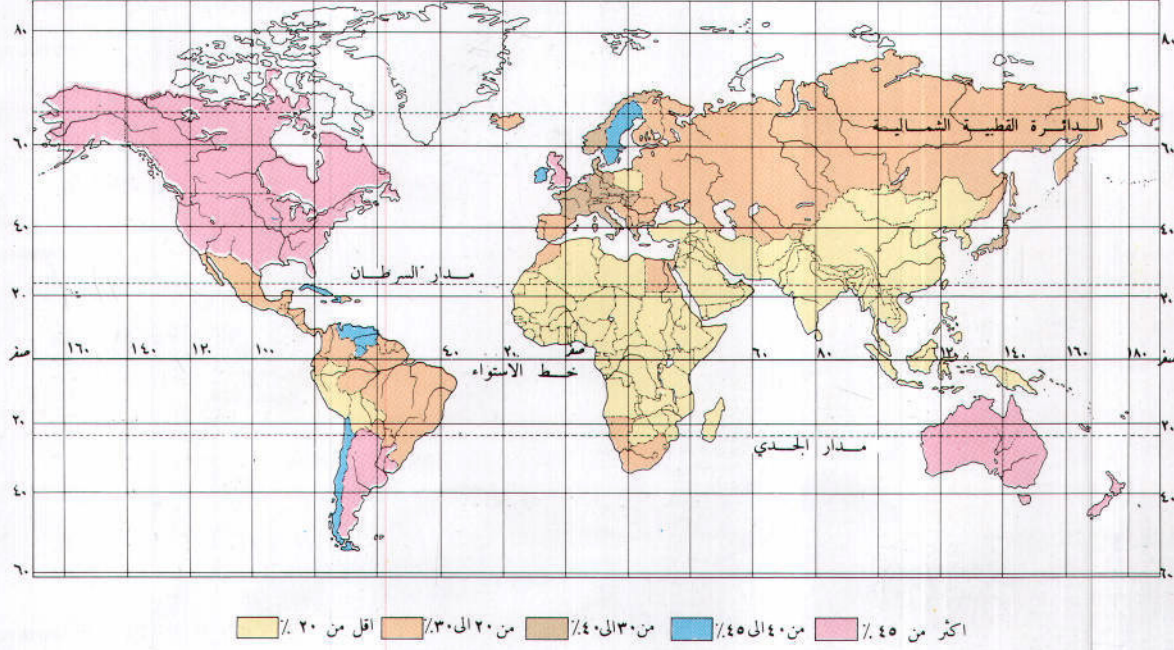
وتشرف الحكومات في أكثرية الدول على تنظيم العمليّات التجارية. ففي الولايات المتحدة الأميركية مثلاً، سنّ الكونجرس قوانين تمنع الشركات من التآمر على تثبيت الأسعار، والاعلان عن السلع غير المتوفّرة في الأسواق، والاستفادة من تشغيل الأولاد. ويهدف التنظيم إلى تأمين العدالة للمنتج والمستهلك، على حدّ سواء.

التجارة العالمية

يسمّى التبادل التجاريّ للسلع والخدمات بين الشعوب المختلفة بالتجارة العالمية التي تؤمّن للمستهلكين خيارات نوعية أوسع، كما تشجّع المضاربة في الأسواق العالمية المنتجين على تحسين إنتاجهم.

تسمّى ممارسة الشراء من دولة أخرى بالاستيراد، ومبيع دولة أخرى بالتصدير. وتملك كلّ دولة تقريباً عملتها الذاتية، أو النقد المتداول في التجارة الداخلية -

نسبة السكّان العاملين في قطاع الخدمات والتجارة في العالم



إنّ ارتفاع نسبة العاملين في قطاع الخدمات دون أن يرافقه ذلك ارتفاع مماثل في قطاع الصناعة

(كما هو الحال في فينيزيولا والتشيلي والأرجنتين)،

دلالة على وجود حاجز خطير في وجه التطوّر الإقتصاديّ.

العامة، بالمعاهدات الجمركية في ما بينها، وتعترف ببعض القوانين التجارية المشتركة، لكنّ التنفيذ الفعليّ للمعاهدات، يلاقي صعوبة بين أكثرية الدول الممارسة للنشاط التجاريّ، رغم التقدّم الكبير الذي تمّ إحرازه في هذا المضمار.

تتواصل التجارة العالمية بين الدول الصناعية التي تفتح الحدود في ما بينها لتبادل السلع والخدمات. وتعتبر دول كندا، وأوروبا الغربية واليابان من أكبر شركاء الولايات المتحدة الأميركية التجاريين. فمعظم البضائع التي يتاجرون بها، يُنتج بالجملة. كما أنّ أكثرية صادرات الدول المتقدّمة هي سلع أساسية، كالمواد الغذائية والمعادن، رغم أنّ البعض يحاول تنويع صادراته.

تحتضن التجارة العالمية مجالاً مهماً هو السياحة (النشاط الإقتصاديّ المعتمد على السياح). والاتجار بالسياحة بالنسبة للعديد الكبير من الدول كجامايكا والباهاما، أكثر أهمية من الاتجار بالسلع.

ونسبة لانخفاض كلفة اليد العاملة، أصبح بعض الدول الآسيوية كنيابون، من الدول الرئيسية المصدّرة للأقمشة والمعدّات الكهربائية، وكوريا الجنوبية من الدول المصدّرة للسيّارات. كما اكتسبت عدة شركات صفة التعدّدية الدولية بسبب انتشار مصانعها حول العالم. ويُحتمل أن تدخل الواردات إلى السوق الأميركية مثلاً، من مصانع الشركات الأميركية المتواجدة في الدول الأخرى.

التجارة بالإقتصاد الذاتيّ - أمّا بالنسبة للتجارة العالمية، فيتمّ مبيع وشراء النقد كالسلع. وتعتمد التجارة العالمية بمجملها على الدولار الأميركيّ كقاعدة للتداول.

يحتدّ معظم خبراء الإقتصاد الأسواق الحرة أو التجارة الحرة بين الدول. ويعتمد الحجم التجاريّ في معظم الأحيان على سعر السلع ونوعيتها. على كلّ، فغالباً ما يكون للتجارة الحرة حدودها.

تقيم الحكومات العوائق في وجه التجارة الحرة لحماية إنتاجها المحليّ. والعائق الأكثر شيوعاً هو التعرفة أو الرسم الجمركي الذي يُدفع على البضائع المستوردة لدى دخولها إلى بلد معين، بهدف رفع أسعارها بالنسبة للمستهلكين. ويفرض معظم الحكومات حصصاً نسبية Quotas لبعض البضائع. أي إنّها تسمح باستيرادها بكميّات محدّدة. فالخصّة النسبية مثلاً، تحدّد عدد السيّارات المسموح باستيرادها.

وتنظّم التجارة بين دولتين، أو مجموعة من الدول وفق عقود مبرمة، تهدف بمجملها إلى ترسيخ التجارة الحرة. ففي العام ١٩٨٨ مثلاً، اتفقت الولايات المتحدة الأميركية وكندا على إزالة الرسوم الجمركية.

وتتمّ المفاوضات الدولية لتسهيل التجارة العالمية وفق المعاهدة العامة للرسم والتجارة GATT، والتي تشمل المتاجرة بالسلع في أكثرية الدول. وترتبط أكثر من مئة دولة من الدول المؤمّعة على المعاهدة

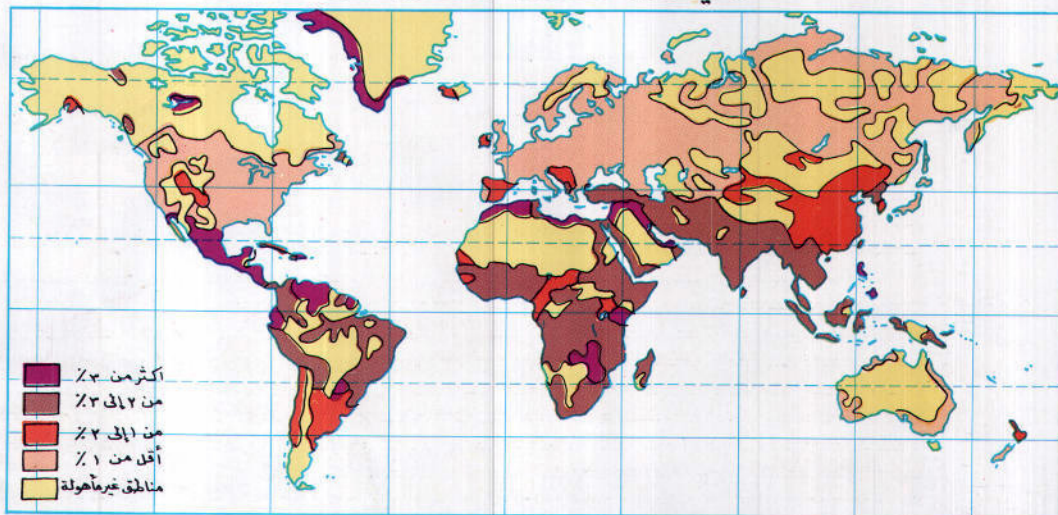


كثافة السكان

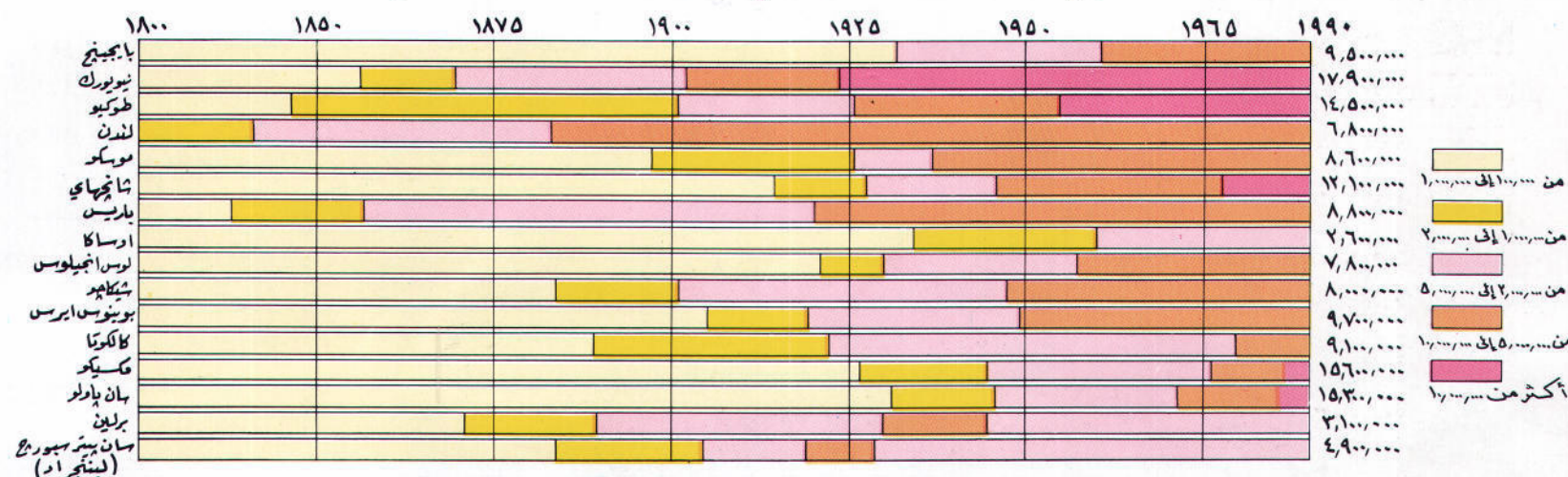


• مدن فيها أكثر من ١,٠٠٠,٠٠٠ ساكن
• مدن يتراوح عدد سكانها بين ٥٠٠,٠٠٠ و ١,٠٠٠,٠٠٠ ساكن

زيادة عدد السكان



زيادة عدد السكان في المدن الأكثر كثافة سكانية



السكان

السكان كلمة تُطلق على العدد الإجمالي لسكان مطلق منطقة على الأرض. وربما تكون هذه المنطقة بصغر حي مدني أو بضخامة العالم.

يحدّد التنقل البشري والهجرة والولادة والموت الحجم السكاني. ففي كل خمس عشرة ثانية، يستقبل العالم حوالي مئة مولود. أي إنّ الأرض تستقبل كل يوم مئات الآلاف من البشر، وهذا يعني أنّ الأرض ستستضيف في غضون سنة من اليوم، حوالي ٩٠ مليون مولود إضافي. وهنا يكمن السؤال: كم ستطول بهم الحياة؟ وهل سيتمكنون من تأمين حاجاتهم الأساسية؟ إنّ معرفة التوزيع والنمو السكانيين هي هدف مستقبلي بالغ الدقة.

وتسمى دراسة السكان والمواضيع المتعلقة بها بالديموغرافيا، ويسمى العلماء الذين يقومون بالاحصاءات السكانية بالديموغرافيين. يتولّى الديموغرافيون شرح البنود الإحصائية بشأن المجموعات البشرية الكثيفة. وغالباً ما يستعينون بالاحصاءات الرسمية الصادرة دورياً عن الحكومات، كأحدى أهم الوسائل المُقيّمة المُتبعة في هذا المضمار. وتؤمّن الاحصاءات الرسمية التعداد السكاني، إضافة إلى غيره من المعلومات.

ويمكن للحكومات أن تستقي المعلومات عن المجموعات البشرية بفحص الاحصاءات الحيوية كالولادات والوفيات والزواج والطلاق وغيرها من المعطيات، لاستخدامها في أهداف مختلفة، كما تقوم بشرها وتعميمها لتضعها بمتناول الشعب.

تجمع الأمم المتحدة وغيرها من المنظّمات الدولية الأرقام السكانية من دول العالم. ولكن، هنالك دول لم يسبق لها أن أحصت عدد سكانها. كما توجد دول عاجزة عن القيام بالاحصاء الدقيق. لهذه الأسباب، تتفاوت الأرقام المنشورة للأعداد السكانية بشكل واسع.

إضافة إلى الحجم السكاني، يستعين الديموغرافيون بالاحصاء الرسمي لاكتشاف عدّة أشياء، منها معدّل الولادات الصافية، أي عدد الولادات السنوية بالنسب الألفية. ففي عام ١٩٨٨، كانت نسبة الولادات الصافية في المكسيك ٣٠ بالألف، أمّا في كندا، فلم تتعدّ الـ ١٥ بالألف.

ويمتكن الديموغرافيون بمعرفتهم نسبة الزيادة الصافية من حساب الزمن المضاعف، وهو عدد السنوات اللازمة لمضاعفة عدد

السكان في حال استقرار نسبة النمو، ويستعينون بنسبة الوفيات وغيرها من الاحصاءات، للتنبؤ بمتوسط العمر المتوقع، أو عدد السنوات المتوقعة لحياة المولود الجديد. وتعالج إحصاءات نسب وفيات الأطفال تحت عمر السنة بشكل منفصل، وعادة ما تعتبر مؤشراً جيّداً إلى حالة الدولة الصحية بشكل عام. وتُظهر الخرائط والرسوم البيانية المختلفة بوضوح تام، أنواع المعلومات التي يستخدمها الديموغرافيون بشكل عام.

ويوضح الاستفتاء الذي يجريه الديموغرافيون صورة الوضع السكاني بمختلف وجوهه. فيسألون مثلاً عن نوعية الأعمال التي يقوم بها الناس، وعدد طالّاب عن العمل، ونسبة المتزوجين، وعدد طالّاب المدارس. وتكشف الأجوبة على هذه الأسئلة الصفات الشعبية التي تشكّل المؤشّر للوضع الاجتماعي العام.

الأماكن السكانية

يدرس الديموغرافيون التوزيع السكاني أو طرق انتشار الناس فوق المساحات الأرضية. والتوزيع السكاني على الأرض بمنتهى التفاوت. فمعظم الدول الأوروبية مأهولة بكثافة. ويتسبّب التضخم السكاني بأزمات خانقة في بعض أجزاء القارة الآسيوية، والتي تستقطب العدد الأكبر من سكان الأرض. وفوق سكان الهند وحدها سكان نصف الكرة الغربي، أي أستراليا وأوقيانيا (الأراضي الواقعة عند وسط وجنوب المحيط الهادئ).

مع هذا، نرى أنّ الأجزاء الأخرى من القارة الآسيوية وغيرها من القارات، غير مأهولة بما فيه الكفاية. والواقع أنّ حوالي ٣٠٪ فقط من أراضي العالم مأهولة بالسكان. ذلك أنّ المناطق التي يتضاءل فيها السكن، لا تصلح للإستيطان الجماعي الكثيف.

وعادة ما تربط الأماكن السكانية المكتظة فواسم مشتركة تستقطب إليها الناس، كالأمطار الغزيرة والمناخ المعتدل والأراضي المنبسطة أو المعتدلة الانحدار، والتربة الخصبة. وهي المقومات الضرورية للزراعة والتي تشكّل المورد الأساسي لسكان العالم. ففي القارة الآسيوية مثلاً، تستقطب مناطق كأودية الجانج الخصبة في الهند ونهر هوانج هو (النهر الأصفر) ويانج تسي كيانج في الصين وغيرها من الأنهار الكبيرة، أكثر من ١٢٠٠ شخص لكل كم^٢. ويقيم معظم سكان مصر في الوادي الخصيب، ودلتا النيل.

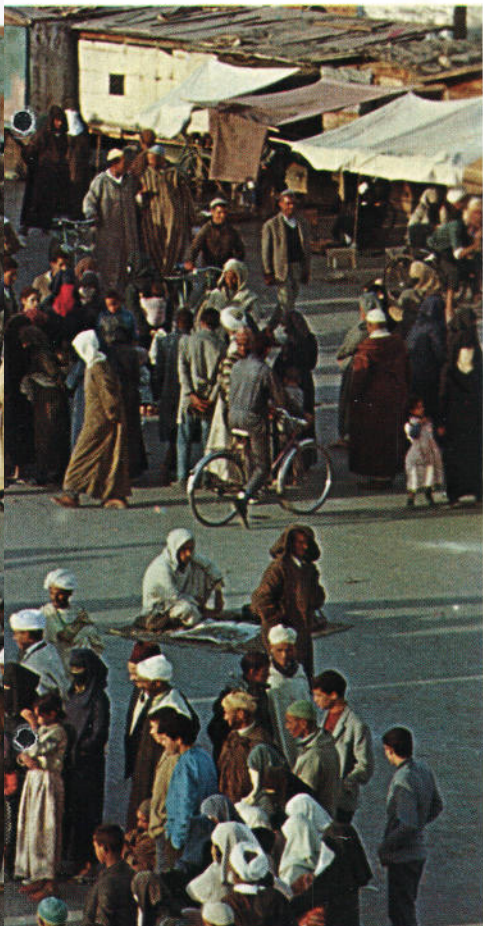
وعادة ما ينتشر سكان القارات في المناطق الساحلية، المحتضنة صفات وديان الأنهار الكبيرة نفسها، وذلك في حال توقّر المياه العذبة. كما نما معظم مدن العالم الرئيسية



حول المرافئ الناشطة التي أقنت، في حينها، ازدهار التبادل التجاري مع المدن البعيدة. وتحوّل بعض القرى الداخلية في بعض الأحيان إلى مدن كبيرة بفضل قربها من خطوط المواصلات والموارد الطبيعية، كمدينة بيتسبورج في بنسلفانيا ومدينة إيشن في ألمانيا، الواقعتين قرب الأنهار والغنيتين بحقول الفحم الحجري.

وتلعب الهجرة دوراً كبيراً بالنسبة للتوزيع السكاني. فمن عام ١٨٨٠ إلى عام ١٩٢٠ مثلاً، هاجر أكثر من ٢٣ مليون شخص من جنوب وشرق أوروبا إلى الولايات المتحدة الأميركية، مفرّغين قرى بكاملها من السكان.

ومنذ عام ١٩٠٠، أثّرت الهجرة من القرى إلى المدن في الدول الفقيرة والنامية، على التوزيع السكاني بشكل واسع. ففي العقود القليلة الماضية، هاجر مئات الملايين، أو حوالي ربع سكان تلك الدول من المناطق



(١) التصحاح: تعزيز الصحة العامة.

سوق تجاري لبعض المنتجات الزراعية في رواندا

الصفراء الأفريقية المصدر، اجتاحت السكان الأصليين في القارتين الأميركيتين. وحافظت الحروب والمجاعات التي أدّت أحياناً إلى الموت الجماعي من الجوع، على ارتفاع نسبة الوفيات في آسيا وأفريقيا وأوروبا. ولكن في أواخر القرن السابع عشر، بدأت تحصل تغييرات خفّت تدريجياً من نسبة الوفيات. نشأت هذه التغييرات في أوروبا الغربية وامتدّت إلى أجزاء أخرى من العالم.

كانت التغييرات مهمة لدرجة سُمّيت أحياناً بالثورات. ويشير المؤرخون إلى الثورة الزراعية كسلسلة تطوّرات أدّت إلى طرق زراعية أفضل، فحسنت البذور والمخضّصات، وزادت من جودة الطعام. وساهمت الثورة الأحيائية Biological Revolution في زيادة عدد السكان. وذلك عن طريق تطوير اللقاحات، وتعزيز الصحة العامة للوقاية من الأمراض، واستحداث المضادات الحيوية لعلاجها.

وشكّلت الثورة الأحيائية جزءاً من الثورة الصناعية التي استبدل فيها العامل البشري بالآليات المسيّرة بالطاقة كالتراكتورات وغيرها من المعدات الزراعية التي تؤمّن وفرة الغلال. وساهمت أجهزة النقل المستحدثة، بدورها، في تسهيل الوصول إلى المصادر الطبيعية والغذائية، ووصلت العالم عبر الخطوط التجارية. فانخفضت نسبة الوفيات في أوروبا وغيرها من الدول بشكل ملفت. وطال عمر الإنسان، وكانت النتيجة أن ارتفع عدد سكان العالم بشكل

الريفية إلى المدن بهدف تحسين أوضاعهم المعيشية. وسُمّيت إعادة التوزيع السكاني المتواصل من الأرياف إلى المدن، بالانفجار السكاني الضمني Population Implosion. أمّا التعبير الأكثر شيوعاً فهو: «الانفجار السكاني» Population Explosion. وهذا لا يشير فقط إلى حقيقة زيادة عدد سكان العالم أكثر من أي وقت مضى، بل يشير أيضاً إلى واقع التقدّم السريع والمفاجئ للنمو السكاني في بعض المناطق منذ نهاية الحرب العالمية الثانية عام ١٩٤٥.

كيفية ازدياد عدد السكان

خلال معظم حقبات التاريخ البشري، اقتصر التغيير في عدد السكان على عملية النمو البطيئة والنقص المؤقت أحياناً في بعض المناطق. ويقدر الديموغرافيون أنّ ٢٥٠ مليون نسمة عاشوا على الأرض في مستهل الدهر المسيحي منذ ألفي سنة، وأنّ عدد سكان العالم لم يتضاعف إلى ٥٠٠ مليون حتى حوالي عام ١٦٥٠، حيث ارتفعت نسبة الولادات، وكذلك الوفيات؛ ووقعت الملامة، بشكل واسع، على رداءة التصحاح^(١) ونفشي الأمراض التي أصبحت اليوم خاضعة للوقاية. ففي أواسط القرن الرابع عشر مثلاً، ربّما قضى داء الطاعون الدبلي Bubonic plague على ثلث سكان أوروبا. كما أنّ أمراضاً كالخسبة والجدري التي أدخلها الأوروبيون في القرن السادس عشر، إضافة إلى الملاريا والحمى

النتيجة أن ارتفع عدد سكان العالم بشكل



مأسويّ، إلى حوالى المليار في حدود عام ١٨٠٠. وانخفض بذلك الوقت المضاعف لعدد السكّان العالمي من ١٦٠٠ سنة إلى ١٥٠ سنة. ومنذ عام ١٨٠٠، استمرّ الوقت المضاعف بالهبوط إلى أن بلغ عدد سكّان الأرض المليارين بحدود عام ١٩٣٠، وتضاعف إلى ٤ مليارات بعد ٤٥ سنة فقط.

من وجهة أخرى، استغرق وصول عدد سكّان الأرض إلى المليار آلاف السنين، بينما قفز من ٤ مليارات إلى ٥ مليارات في غضون ١٢ سنة، ما بين عام ١٩٧٥ وعام ١٩٨٧.

الانتقال الديموغرافي

اتخذ الديموغرافيون الدول الأوروبية كنماذج للتعريف عن عوامل تاريخية معيّنة، جعلت النموّ السكاني يبدو وكأنّه عملية انتقالية. فالنموّ السكاني يرتفع وينخفض وفق توقّعات حتميّة، لدى مرور الدول عبر مراحل مختلفة من تطوُّرها الاجتماعي والاقتصاديّ. وتؤلّف الحقبات الانتقاليّة خمس مراحل، تُعرف بمراحل الانتقال الديموغرافي.

في المرحلة الأولى، ترتفع الولادات والوفيات، ويستقرّ عدد السكّان أو يرتفع ببطء شديد. وكانت هذه المرحلة اتخذت طابعاً عالمياً قبل اندلاع الثورة الصناعية. ولكن مع بداية التصنيع، انتقلت في الآونة الأخيرة عدّة دول في آسيا وأفريقيا وأميركا الجنوبية والوسطى من المرحلة الأولى إلى المرحلة الثانية.

في المرحلة الثانية، تؤمّن العصرية والعناية الطبيّة المتطوّرة انخفاض نسبة الوفيات وارتفاع نسبة الولادات بمعدّل ستّة أطفال للمرأة الواحدة. والسبب أنّ الدول الفقيرة التي تنخفض فيها الأجور وتندر المدارس، تجد في الأولاد مصدراً لتأمين العمل ومورد الرزق. في هذه الدول، يعمل الأولاد عدّة ساعات في اليوم، حتى ولو كانوا طلاب مدارس. فزيادة الأولاد تعني زيادة الإيراد، أو على الأقلّ مساندة العائلة. أمّا السبب الثاني لارتفاع عدد الولادات، فيعود إلى التقاليد المتّبعة في عدد من الدول التي تعتبر العائلة الكبيرة شأنًا حضاريّاً هاماً. وهذا يعود، بشكل جزئيّ إلى توقّع وفاة الأطفال في أعمار مبكّرة. كما يجب ألاّ ننظر من الحسبان العامل الأكثر أهميّة والمتسبّب في ارتفاع الولادات، وهو عامل الجهل بالوسائل السليمة لتخطيط العائلة بغية تحديد النسل أو عدم إمكان تحمّل نفقاتها.

يزداد عدد الأطفال بسرعة فائقة في الدول المتقدّمة، عبر مرحلة الانتقال الثانية، لكنّه سرعان ما ينخفض لدى انتقال هذه الدول إلى المرحلة الثالثة، أو مرحلة التطوُّر الاقتصاديّ. والسبب أنّ النساء عندما يكسبن المزيد من العلم، ويرتقين في الوظائف يتمهّلن في الزواج وينجنّ القليل من الأطفال. وتشمل هذه المرحلة، في الوقت الحالي، العدد الضئيل من دول أميركا الجنوبية والدول الآسيوية. أمّا دول الولايات المتحدة الأميركيّة وكندا وأستراليا ونيوزيلاندا، إلى جانب اليابان وجمهوريات الاتحاد السوفياتي السابق، فدخلت مرحلة الانتقال الرابعة

التي يتباطأ خلالها النموّ السكانيّ أو يتوقّف بشكل كليّ. وهذا ما يُسمّى أحياناً بانعدام النموّ السكانيّ Zero population growth. ونلاحظ أنّ بعض الدول الأوروبية بلغ المرحلة الخامسة التي يبدأ خلالها عدد السكّان بالهبوط التدريجيّ.

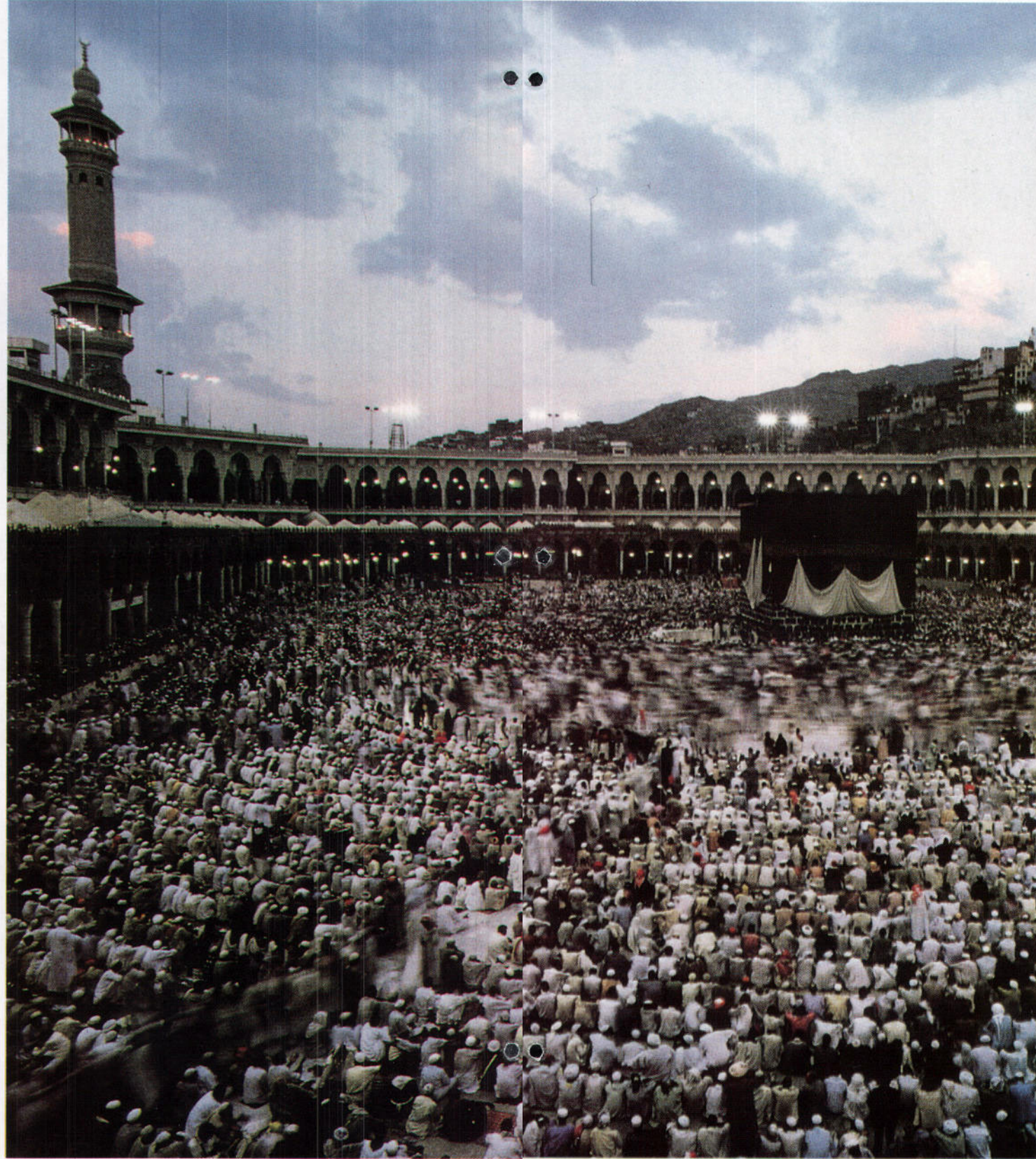
وتشرح نظريّة الانتقال الديموغرافي مجرى الأحداث الماضية ومراحل الكيان المختلفة التي تميز الدول القائمة، لكنّها لا تستطيع التنبؤ بدقة بالمستجدّات المستقبلية للعدود المقبلة. ذلك أنّ أهمّ ما يقلق العالم بالنسبة للعدود المقبلة هو كيفيّة أو إمكان انتقال الدول النامية من المرحلة الانتقاليّة الثانية إلى المرحلة الانتقاليّة الثالثة بسبب ارتفاع نموّها السكانيّ. فنصف سكّان العشرات من تلك الدول هو من الأولاد ما دون سن الخامسة عشرة، والذين سرعان ما ينجبون المزيد من الأطفال. حتى ولو انخفض معدّل الانحصاب إلى نسبة ولدين للعائلة الواحدة، أي إلى نقطة حلول الأولاد مكان الوالدين، سيستمرّ عدد سكّان تلك الدول بالارتفاع لعدّة عقود.

الموارد والناس

في نهاية القرن الثامن عشر، ناقش عالم اقتصاد بريطانيّ يدعى توماس مالثوس Thomas Malthus، إمكان قصور المخزون الغذائيّ عن مواكبة النموّ السكانيّ السريع، الشيء الذي سيؤدّي إلى المجاعة. لكنّ التطوّرات الزراعيّة الهائلة، إضافة إلى الثورة الصناعيّة، سرعان ما أثبتت أنّ الوضع أكثر تعقيداً ممّا كان يظنّ «المثوس». فالعدد السكانيّ ازداد بالفعل، ولكن بمواكبة الانتاج الغذائيّ. ومع زيادة النموّ السكانيّ في أوروبا خلال القرن التاسع عشر، هاجر ملايين الأوروبيّين إلى القارّة الأميركيّة، التي قدمت في حينها الأراضي الزراعيّة الجديدة والواسعة.

واليوم، ربّما بنام حوالى ٥٨٠ مليوناً من سكّان الأرض وهم جياع. يجوع الملايين كلّ عام، ويقاسي ملايين الأطفال من التلف الدماغيّ بسبب نقص التغذية، ويموت الملايين نتيجة الأمراض الناشئة عن الجوع. ولكن، هل يصحّ الاستنتاج أنّ المأساة ناشئة عن التضخّم السكانيّ للمناطق المعنيّة؟ ليس بالضبط. فإلى جانب الحجم السكانيّ، توجد عدّة عوامل يمكنها التأثير على الموارد الغذائيّة. ويؤكّد العدد الكبير من علماء المجتمع أنّه في ما يخصّ الكثافة السكانيّة يوجد عالمان مختلفان.

ربّما يعيش نصف سكّان الكرة الأرضيّة في دول متقدّمة أو شبه متقدّمة، يحافظون فيها على نسب معتدلة أو منخفضة للولادات الطبيعيّة. هذه الدول بلغت، على الأرجح، المرحلة الديموغرافيّة الإنتقاليّة الثالثة، التي ترتفع خلالها الإيرادات والانتاج الغذائيّ والمستوى المعيشي العامّ بشكل مستمرّ. وحيث يسير التقدّم، جنباً إلى جنب، مع التغيير الديموغرافي. ولكن، في القسم الأكبر من العالم الثاني، الذي ترتفع فيه الولادات الطبيعيّة، يحصل العكس. ففي



معظم الدول النامية، والمعتبرة حالياً من الدول الفقيرة، ينخفض إنتاج الحبوب وتدنّى المداخيل مقابل ارتفاع عدد السكّان.

في عصر مالثوس، ربّما تمّ الاعتقاد ببساطة أنّ التضخّم السكانيّ هو تفوّق عدد السكّان على كميّة المخزون الغذائيّ. أمّا اليوم، فينظر علماء المجتمع إلى مشاكل الكثافة السكانيّة من منظار البيئية المعيشيّة ككلّ، وبنوع خاصّ الموارد الطبيعيّة.

فالأرض، مثلاً، مورد غذائيّ. ولدى ازدياد عدد السكّان في الماضي، كانت تُقطع الغابات لإضافة المزارع الجديدة. لكنّ الوضع تغيّر اليوم، وأصبح نقص الأراضي الزراعيّة يتسبّب بتفاقم المشاكل الاجتماعيّة في الكثير من دول العالم. فبنجلادش مثلاً، الدولة الأكثر فقراً في العالم، تملك تربة خصبة، لكنّ أراضيها لا تكفي لاستيعاب عدد سكّانها المتضخّم، ثمّ إنّ الملايين من سكّانها الريفيّين هم من الفقر بحيث لا يتمكّنون من شراء الأراضي. كما إنّ معظمهم بدون عمل لعدم توفرّ الفرص.

حتى مالكو الأراضي في بنجلادش يواجهون تهديداً من نوع آخر، وهو انجراف التربة الناتج عن الفيضانات والنموّ السكانيّ المتسارع.

فخلال فصول الأمطار الموسميّة، تفيض أنهار الجانج وبراهماپوترا وغيرها من الأنهار، جارفّة معها أحمالاً من الطميّ. وفي كلّ عام، ومهما تفاوتت كمّيّات المطر، تغمر المياه المزيد من أراضي بنجلادش المنخفضة.

وتبدأ المشكلة في المناطق الجبلية حيث تنبع الأنهار. ففي منحدرات جبال الهيمالايا، أدّى النموّ السكانيّ المتسارع إلى تفرّيع الأرض من الأشجار من أجل حطب الوقود. وبدون الأشجار، التي تثبّت التربة، لا يتمكّن المطر من النفاذ الى الأرض، بل ينحدر نحو السفح جارفاً معه الأطنان من التربة.

وفي تانزانيا وأثيوبيا، وغيرهما من الدول الأفريقيّة، يؤثّر النموّ السكانيّ السريع بشكل مأسويّ على المحيط البيئيّ. فحاجة الناس إلى حطب الوقود أدّت إلى إفراغ الغابات على نطاق واسع، معرّضة تربتها القيّمة لقوى التعرية كالرياح والمياه التي تجرفها إلى البعيد؛ وفي منطقة الساحل في أفريقيا تسبّب الزراعة المتواصلة، وقطع الغابات والافراط في تسييم الماشية، بإتلاف التربة. وينتج عن ذلك، كلّ عام، بقع واسعة من الأراضي المتحوّلة إلى صحاري غير منتجة. ويعتقد علماء المجتمع أنّ البيئية الطبيعيّة في الكثير من دول غرب أفريقيا أصبحت عاجزة عن إعالة عدد سكّانها المتزايد.

وتسهم الضغوط السكانيّة في المشاكل البيئيّة، والتي تشمل بأضرارها الكرة الأرضيّة بكاملها. فتلوّث الهواء، مثلاً، مشكلة يتقاسمها العدد المتزايد للمدن. فمع ملايين البشر التي تعجّ بهم المدن والضواحي، يتضاعف تأثير نقّاثات السيّارات والمصانع، وينتج عنها الهواء الهزيل النوعيّة والدخان الضبابي، وفي الكثير من الأحيان الأمطار الحمضيّة.

ويكافح بعض المناطق التي تعاني الكثافة السكانيّة كلوس انجيلوس في ولاية كاليفورنيا وأثينا في

اليونان، للتعامل مع الأزمات البيئيّة الماثلة والمتفاقمة بسبب تكاثّر السكّان في المدن.

ويؤثّر النموّ السكانيّ، بشكل رئيسيّ، على بيئة الانسان الاجتماعيّة؛ فعندما يتسارع النموّ السكانيّ، تواجه الحكومات المزيد من الصعوبات في تزويد شعوبها بمعطيات الصحّة العامة وغيرها من الخدمات الاجتماعيّة، فيتعدّر بناء المدارس أو دفع تكاليفها بالسرعة اللازمة لجميع طلاب العلم. كما يتعدّر تأمين فرص العمل بالسرعة المطلوبة لتوظيف عدد الشباب المتضاعف. وفي إطار هذه الخلفيّة من الازدحام والبؤس، يهدّد الصراع الاجتماعيّ بالانفجار.

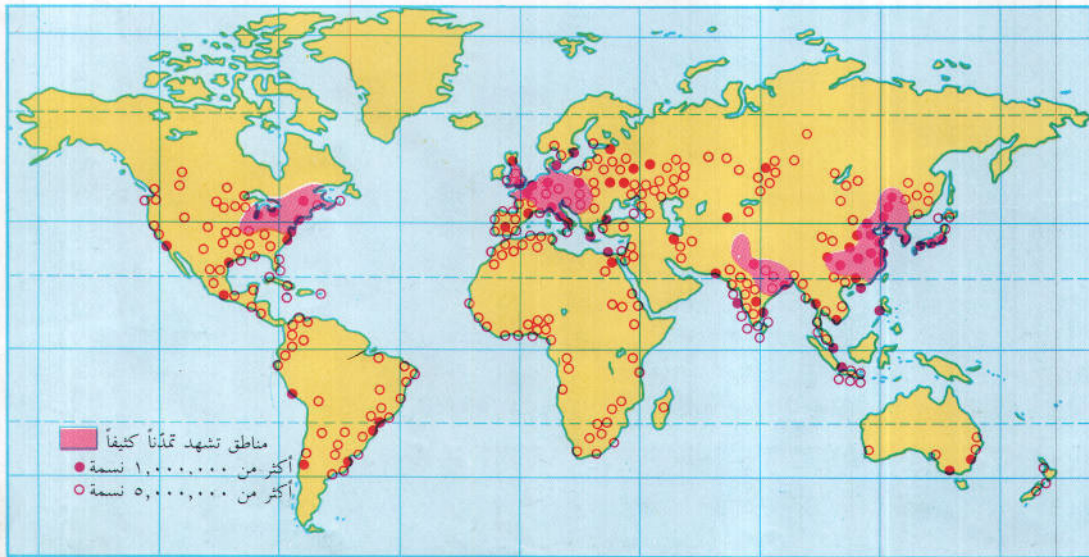
الأزمات الديموغرافيّة

يعتقد الخبراء أنّه، في حال عدم حصول ثورة تقنيّة جديدة، سيجوع المزيد من البشر، وستنهار مجتمعات بكاملها. بهذا، يترتّب على الدول المتقدّمة أن تلعب دوراً هاماً بمساعدتها الدول التي تعاني سرعة النموّ السكانيّ، على تطوير أنواع جديدة من الغلال، إلى جانب الكشف عن الموارد الطبيعيّة كالمعادن والوقود الأحفوريّة والطعام البحريّ.

كما يتوجب على الدول المتقدّمة أن تُدخل في اعتبارها أزمات الشعوب الفقيرة لدى اتخاذها القرارات الاقتصاديّة؛ كذلك بإمكانها تقديم العون والمساعدة في عدد من المناطق الهادفة من خلال سياستها أو قوانينها الى التأثير على النموّ السكانيّ والعلم والعناية الصحيّة، رغم أنّ التقاليد المحليّة والعوامل الأخرى تؤثّر على حجم العائلة، مهما حاولت الحكومات.

ويوافق الخبراء على عدم وجود الحلول السهلة للأزمات الديموغرافيّة. وإنّه ربما فات الأوان بالنسبة لبعض الدول لتفادي الكارثة. ولكن بالنسبة للديموغرافيين، هنالك شيء محتمّ وهو أنّ النموّ السكانيّ سيظلّ متفجّراً لعدّة عقود في أجزاء كثيرة من العالم.

المناطق المدينيّة الكبرى



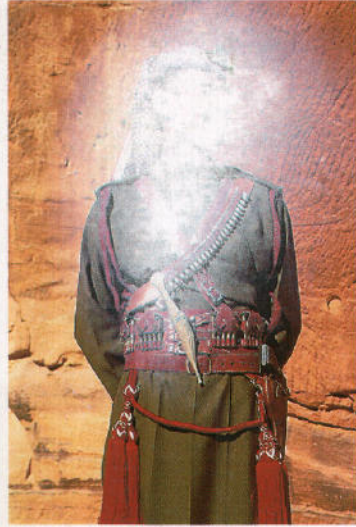
المملكة العربية السعودية: يزور مكّة المكرّمة بقصد الحجّ مئات الآلاف من الحجاج سنويّاً. وهنا مشهد للمصلّين في الكعبة المشرفة.



كينيا: من قبيلة الماساي



كينيا: من قبيلة الماساي



جندي أردني



أسود أميركي



إنجلترا: رجل إنجليزي



إيرلندا: رجل من منطقة الهاي لاندز



نيبال: رجل من عامة الشعب ٣٠٣



مصري مع جملة

العرق أو أيّ تعبير قد يمثله أو يرمز إليه. ومن جهة أخرى، لم يتردّد ماركو بولو أو ابن بطوطة في وصف الشعوب ذات البشرة الداكنة، بالسود.

والسبب في عدم استعمال الرحالة والكتاب الذين سبقوا عصر النهضة أيّ تعبير أو مفهوم يقارب مفهوم العرق، يعود إلى الطريقة التي اكتسبوا بها نظرهم إلى العالم وإدراكهم إيّاه. فقد قاموا بمعظم رحلاتهم عن طريق البر، سيراً على الأقدام أو على ظهر الخيل أو الجمال. وعندما يتنقل المرء في أنحاء العالم على هذا النحو، يكون إحساسه بالاختلاف البشريّ إحساساً غير ملموس، إذ يتداخل شعب بشعب آخر تدريجياً من دون وجود حدود واضحة بين الشعوب المختلفة. ولا يمكن للمسافر أن يلاحظ وجود أيّ اختلاف بيولوجي حقيقيّ لعدّة أيام من السفر في أيّ اتجاه كان؛ وعندما يدرك أخيراً وجود اختلاف لا يفكر به بطريقة تصنيفيّة. وحتى عند قطع بعض المسافات خلال الرحلة بطريق البحر، نادراً ما كانت الياينة بمنأى عن أنظار هؤلاء الرحالة لأكثر من يوم واحد، وكانت الرحلة تجري عادة على طول السواحل من مرفأ إلى آخر. ويكون إدراك الاختلاف البشريّ، في هذه الحالة أيضاً، متدرجاً ومن دون حدود ملموسة كما في حالة السفر بالبر.

كان عالم الطبيعيات السويديّ كارل فون لينيه Carl Von Linné، المعروف بالشكل اللاتيني لاسمه، كارولوس لينوس Carolus Linnaeus، أشهر المصنّفين في حركة التنوير الفلسفيّة. وفي كتابه «النظام الطبيعيّ» Systema Naturae، استعمل الفئات التي وضعها علماء المنطق القروسطيّون - الطائفة، الرتبة، الجنس، النوع - وطبقها على عالم الطبيعة وجعلها في نظام تراتبيّ. وأقرّ لينوس أيضاً الدمج القروسطيّ في المنطق الأرسطوطاليسيّ، حيث رُتبت الفئات المذكورة وفقاً لمقياس تناقص قيمتها - المقياس الطبيعيّ Scala Naturae - من كمال الله المفروض في القمة إلى المادّة اللاحيّة في القاع. وفي الطبعة العاشرة لـ «نظام الطبيعة»، أعطيت الكائنات البشريّة اسماً يجمع بين الجنس والنوع هو Homo Sapiens، ولا يزال العلماء والدارسون والجمهور يستعملون هذا الاسم الرسميّ إلى اليوم.

وقسم أيضاً لينوس النوع البشريّ بطريقة الرتجاليّة إلى أربع فئات إقليمية تتطابق بشكل عامّ مع أقسام العالم الأربعة: Homo Sapiens Afer (الإنسان الأفريقيّ)، وH. Sapiens Americanus (الإنسان الأميركيّ الأصليّ)، وH. Sapiens Asiaticus (الإنسان الآسيويّ)، وH. Sapiens Europaeus (الإنسان الأوروبيّ). وقد ألصق بكل فئة أحد الأخطاط (خصائص المزاج) المأخوذة من نظام الطبيب اليونانيّ الرومانيّ جالينوس Galen: الصفراويّ والغضوب والسوداويّ والدمويّ على التوالي. لم يكن لينوس أوّل من اقترح تسميات إقليمية أو مناطقيّة للاختلافات في الجنس البشريّ، لكنّ نظامه يُعتبر، عموماً، كنقطة الانطلاق لجميع الأنظمة اللاحقة للتصنيف العرقيّ.

في نظام لينوس ونظام يوهان فريدريش بلومباخ Johann Friedrich Blumenbach

العرق

يُستعمل مفهوم العرق لتقسيم جنس Homo Sapiens إلى عدّة مجموعات، يُعتقد عموماً أنّها تشترك في عدد مختار من الخواصّ المحدّدة جينيّاً.

تاريخ مفهوم «العرق»

كان «العرق»، ولا يزال، سبباً لسوء التفاهم والعذابات البشريّة، أكثر من أيّ شيء آخر يمكن تعريفه بكلمة واحدة في أيّ لغة من لغات العالم. ويفترض السواد الأعظم من الناس المتعلّمين في العالم اليوم، أنّ هناك نوعاً من الحقيقة البيولوجيّة تتوافق مع المعنى المقصود عند استعمال كلمة «عرق». ويشارك في هذا الافتراض الكثير من علماء الأحياء والأنثروبولوجيّين الذين يعتبرون أنفسهم مؤهلين علميّاً للتعلّق على مفهوم العرق، إلّا أنّ هناك أسباباً بيولوجيّة جوهريّة تنفي وجود أيّ كيان كامل وصحيح قد تعبّر عنه كلمة عرق. والحقيقة هي أنّ «العرق» هو منشأ اجتماعيّ ناتج بشكل رئيسيّ عن مُذكرات مشروطة بأحداث التاريخ المدوّن، وليس له أيّ أساس بيولوجي صحيح. ويبين تاريخ نشأة مفهوم العرق وتطوّره هذا الواقع بوضوح.

ومن الجدير بالذكر أنّ أدب العصر الكلاسيكيّ القديم لا يتضمن مفهوم العرق، أو تعبيراً قد يُفسّر على أنّه يمثّل هذا المفهوم. ولا نجد هذا المفهوم أيضاً في الكتابات الأقدم عهداً الموضوعّة في وادي النيل، حتّى وإن كانت الحضارة المصريّة تُستعمل إلى اليوم لدعم وجهة نظر أو أخرى تعتبر مفهوم العرق حقيقة محسومة. ومن البديهيّ أنّ المصريّين قد عرفوا طبيعة الشعوب ومظهرهم، من سواحل المتوسط إلى خطّ الاستواء؛ لكن لم يخطر لهم قطّ أن يصنّفوا هذه الشعوب وفقاً لـ «أعراقها». ولم يستعمل هيرودوتس (٤٨٣ - ٤٢٥ ق.م)، «أبو التاريخ»، كلمة عرق أو مفهوم العرق في وصفه الشعوب التي التقاها في رحلاته التي صعد خلالها في مجرى النيل. ويستعمل بعض ترجمات كتابه «التاريخ» كلمة عرق، لكنّها الكلمة التي اختارها المترجم لتفسير كلمة «شعب» الواردة في النصّ اليونانيّ الأصليّ.

القرائن التاريخية

كان الناس في العصور الكلاسيكيّة والقروسطيّة^(١) مدرّكين تماماً وجود اختلافات في المظهر بين البشر، لكنهم لم يحدّدها قطّ باستعمال فئات مستقلّة. ولكن مع عصر النهضة وحركة التنوير الفلسفيّة، بدأ مفهوم العرق يظهر.

النظرة القروسطيّة

عندما كتب الرحالة البندقيّ ماركو بولو حول الصين التي قضاه في الصين وحول رحلاته في سري لانكا والهند، لم يستعمل قطّ كلمة عرق ولا حتّى مفهوم العرق. وقد تبع الجغرافيّ العربيّ الشهير ابن بطوطة خطّ رحلة ماركو بولو، لكنّه تعدّاه إلى أماكن عدّة أخرى، مثل أفريقيا الغربيّة والشرقيّة جنوب الصحراء الكبرى. وعندما اعتزل ابن بطوطة حياة الترحال، واستقرّ في فاس في المغرب لكتابة مذكراته، لم يستعمل قطّ مفهوم

(١) القروسطيّ: المتعلّق بالقرون الوسطى.



بالمونفا (في الأعلى): يكشف هذا المشهد الجويّ التصميم المضلّع المميّز لبالمونفا، مركز فريولي الذي بناه البندقيّون بشكل مدينة محصّنة في نهاية القرن الخامس عشر. ولا تزال أسوار المدينة وخنادقها قائمة إلى اليوم بشكلها الأصليّ.

مشاكل المدن

على رغم أنّ المدن نشأت منذ قرون عدّة، فإنّ المشاكل المتأثّبة عن العيش في تجمّعات مدينيّة ضخمة لم تظهر إلّا منذ زمن قريب. ترتدي الحياة المدينيّة مزايا كثيرة بالنسبة إلى الحياة الريفيّة (أجور أفضل، مجالات كثيرة للتسلية ومقابلة الناس، عدد كبير من الخدمات التي يمكن الاستفادة منها)، إلّا أنّ هناك أيضاً مساوئ عدّة ترتبط بمدن المناطق المتطوّرة صناعيّاً واقتصاديّاً وبذلك الواقعة في المناطق النامية.

تتمثّل هذه المساوئ في الضجّة والتلوّث وازدحام السير وارتفاع كلفة المعيشة والدفق المتواصل من الناس القادمين من الريف الذين يجدون بصعوبة، تزيد يوماً بعد يوم، عملاً يعتاشون منه والذين يضطرون إلى السكن في ضواحي المدينة، في بيوت تفتقر في معظم الأحيان إلى أدنى مستلزمات الراحة.

طوكيو، أقصى مدينة إلى الشرق في آسيا: تبيّن الصورة الوسط التجاريّ وشوارع جينزا (في قلب طوكيو) التي تعجّ بسير كثيف وسريع.



التجوّل في شوارع برشلونة (في الأسفل): إن الحشد الكثيف الذي يتجمّع في الجادات، حيث تقع الحانات والمتاجر (في برشلونة، تدعى هذه الجادات Ramblas)، يشكل ربما إحدى أكثر المميّزات النموذجيّة لطريقة العيش الحدينيّة.





بانع من شمال باكستان



إنجلترا: إنجليزي يرتدي القبعة التقليدية



الأردن: بدوي من وادي الرم



فيجي: بانع زهور



الهند: رجل دين من قبيلة سادو



الهند: بانع الزعفران في كاشمير



اليابان: رجل دين



أميركي أسود يقدم أغانيه



روسيا: رجل من سيبيريا



هونغ كونج: ممثل مسرحي ٣٠٥



اليمن: رجل يمني من بيت الفقير



رجل من الهند الشمالية

أسباب الاختلاف الفردي

إن الحقيقة البيولوجية الجوهرية بالنسبة لكل كائن حي، هي أنه يتطور ويتغير بشكل متواصل منذ لحظة تكونه كخلية منفردة، أو بيضة ملقحة في حالة الكائنات المتولدة جنسياً، حتى لحظة موته. يزداد الإنسان طولاً حتى نهاية فترة المراهقة، ثم تنكمش قامته من جديد عندما يصبح متقدماً في السن؛ إذ أن جسمه يعيد امتصاص الكالسيوم من العظام. وتتغير الفيزيولوجيا والسلوك والحالات العقلية والنفسية بصورة مستمرة على مدى حياة الإنسان. وينتج هذا التطور المستمر عن دمج مجرى مستديم من الزاد (مادة، طاقة...) آت من العالم الخارجي بذات الإنسان، وذلك عبر أنظمة معقدة من السبل الكيميائية الأحيائية وتأثير من جينات الشخص.

وبالتالي، فإن الاختلاف بين الأفراد ينتج عن اختلاف الأرودة البيئية وعن اختلاف البنية الجينية التي تؤثر في هذه الأرودة. ولكن، حتى عندما تكون الجينات والبيئات متماثلة، يختلف مجرى التطور بين شخص وآخر بسبب اضطرابات عشوائية صغيرة في توقيت الانقسام الخلوي وحركة الخلايا. ولهذا السبب، تختلف مثلاً بصمات التوأمن التماثلين، وتختلف أيضاً بصمات الشخص بين اليد اليمنى واليد اليسرى. وهكذا فإن الاختلافات الجينية والتغيرات البيئية والحوادث («الضربة النماطة») تتفاعل معاً لتوليد اختلاف أو تغير فردي.

وفي بعض التغيرات البشرية، يكون تأثير العوامل الداخلية قوياً جداً حتى أن الاختلافات البيئية تصبح دون أهمية تذكر. وبحسب ما نعرفه اليوم في مجال البيولوجيا الجزيئية، فإن سلسلة الحموض الأمينية لمعظم البروتينات (ولكن ليس كلها) تتحدد وفقاً لسلسلة الدنا (DNA (حمض الديوكسي ريبونوكليك Deoxyribonucleic Acid وحدها، ولا تتأثر بالبيئة. ولا يتأثر أيضاً بعض سمات شكل الجسم، مثل شكل الذقن، بالبيئة، ولكن يجب أن يكون المرء حذراً جداً، حتى على هذا الصعيد. يمكن أن تؤدي الممارسات الثقافية إلى تغيير شكل الأنف والشفة والأذن والرأس، والكثير من الثقافات يغيرها عمداً. وفي الطرف الآخر، نجد اختلافات بين البشر لا يلعب فيها التغير الجيني أي دور يذكر. فعلى سبيل المثال، استوطن أميركا الشمالية مهاجرون ينتمون إلى مجموعات لغوية شديدة التباعد؛ وعلى رغم التباين الكبير بين فونيمات (المخارج الصوتية) اللغات المختلفة، فقد تمكن المتحدثون من هؤلاء المهاجرين من تكلم الانجليزية الشمالية أمريكية من دون لهجة غريبة، ما يدل على أن الاختلافات اللغوية الأصلية ليست جينية. وبحسب معرفتنا الحالية، يستطيع جميع الناس الذين ينتمون بنية جسدية طبيعية، النطق بأية لغة من لغات العالم بالسهولة عينها، شرط أن يبدؤوا بتعلم اللغة في سن مبكرة. ويقع معظم الخواص البشرية في مكان ما، بين البنية البروتينية التي تحددها الجينات بشكل كامل واللغة التي تحددها الثقافة بشكل كامل؛ وتتأثر هذه الخواص بالتفاعل بين التغيرات الجينية والبيئية. ولم يتمكن



مزارع أميركي



الهند: رجل من راجستان



الهند: رجل دين يحضر لمراسيم زفاف



رجل من ميانمار (بورما)



غينيا الجديدة: رجل من قبيلة هولوي



لاوس: بانع متجول



كامبودجيا: رجل محارب



المغرب: رجل من أوج شبيبي

الأصليين وهندي من أميركا الجنوبية، ولكن لا يستطيع أحد أن يعطي أيضاً معياراً موضوعياً لاختيار المكان حيث يجب رسم خط فاصل في المساحة الجغرافية المتصلة بين هنود أميركا الجنوبية واليابوزيين، مروراً بالبولينيزيين والميكرونيزيين والميلانيزيين. وفي خيار بديل، يمكن جمع المعطيات الجينية وإجراء تحليل إحصائي مجموعي لإيجاد المجموعات التي تتجمع معاً بصرف النظر عن القرب الجغرافي. لكن هذه التحاليل تعطي لسوء الحظ عدّة مستويات من التجمع الترتيبي التدرجي، ويبقى من الضروري اتخاذ قرار كيفي حول المستوى الذي يجب وضع «العرق» فيه. وحتى وإن اعتمد المرء الموقف التاريخي التقليدي، وقسم العالم إلى قوقازيين وأفريقين سود ومغوليين وآسيويين جنوبيين أصليين وأميركيين أصليين وأوقيانيين وأستراليين أصليين، يبقى السؤال ما إذا كانت الاختلافات «العرقية» في لون البشرة وشكل الشعر وشكل الوجه والقامة والمجموعة اللغوية، التي تتميز بوضوح عرقاً من آخر، هي اختلافات نموذجية ناتجة عن تغير جيني معروف.

والحقيقة هي أن مدى الاختلاف الجيني بين «الأعراق» الرئيسية هو أقل بكثير مما قد تدل عليه المظاهر الخارجية. ليس هناك أي اختلاف عرقي على الإطلاق في الـ ٧٥٪ من جميع الجينات البشرية، مع الإشارة إلى ظهور أشكال مختلفة نادرة في مناطق مختلفة.

هناك خاصية أخيرة يجب أخذها بالاعتبار، وهي لعب دوراً هاماً جداً في بقاء الإنسان، لكنها لا تتوزع بشكل نسبي أو تدرجي أو كجزء من تجمع محلي: إنه الذكاء. لا يمكن ربط الاختلاف في الذكاء بأية اختلافات في الثقافة أو الحضارة في العالم اليوم، إذ إن لا ثقافة أو طريقة حياة معروفة في الوقت الحاضر ترقى إلى أكثر من بضعة آلاف سنة، ويحتاج الأمر لوقت أطول بكثير لكي يتمكن الانتقاء الطبيعي من تغيير خاصية متعددة الجينات يمثل تعقيد الذكاء. ومن جهة أخرى، كانت جميع المجموعات السكانية البشرية القديمة تعيش الحياة نفسها تقريباً، ولم يتغير الوضع إلا منذ حوالي ١٠,٠٠٠ سنة.

تعزيزت فرص بقاء الجنس البشري خلال ١,٥ مليون سنة الأخيرة بفضل تطور القدرة على الكلام، التي كان لها القيمة والفائدة نفسها بالنسبة لجميع البشر في جميع أنحاء العالم. وبمساعدة الكلام (اللغة)، أصبحت المعرفة المتوارثة من الأجيال السابقة - الثقافة - في متناول الأجيال المقبلة التي تستفيد هكذا من خبرة الماضي، فلا تحتاج إلى تعلم هذه الدروس من جديد عن طريق التجربة والخطأ.

إن الاختيار العالمي الشامل الوحيد المتوفر لنا اليوم لقدرة الإنسان الفكرية، هو أن جميع أطفال العالم يتعلمون النطق بلغتهم في السن نفسها ووفق المسار عينه في تزايد القدرة على الكلام. إن لجميع اللغات البشرية الدرجة نفسها من التعقيد المفرداتي والنحوي، ويحتاج تعلم أي منها إلى القدرة الفكرية عينها. ونظراً إلى أن شعوب الماضي قد أظهرت قدرة متساوية على تعلم اللغة، فلا سبب يدعو إلى الاعتقاد بأن المتحدثين من تلك الشعوب قد يظهرون أي اختلافات في القدرة الفكرية.

(الأكثر تأثيراً بين العلماء الأوروبيين الذين خلفوا لينوس)، يفترض أن الفئات التي ينقسم إليها الجنس البشري، قد ظهرت بعد تحدر البشر من آدم وحواء في جنة عدن. ولم تكن كلمة «عرق» تطلق عموماً على المثلين الإقليميين المذكورين للجنس البشري، وقد فضل بلوميناخ عبارة «صُرب»، واخترع بعض الأسماء التي بقيت في المفردات الشعبية إلى يومنا الحاضر. ونشر بلوميناخ أطروحته التي قدمها لنيل درجة الدكتوراه De Generis Humani Varietate Natua «حول الصُرب الطبيعية للجنس البشري»، والمعروفة خصوصاً في طبعها الثالثة المنشورة سنة ١٧٩٥.

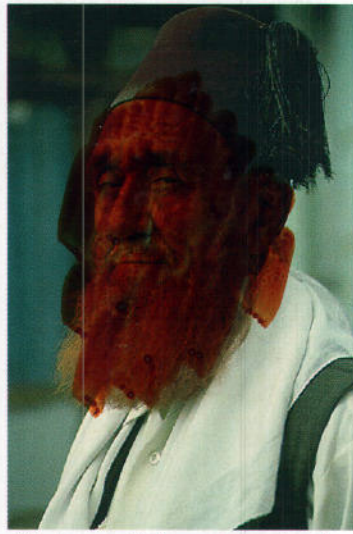
يفترض بلوميناخ أن أصل الإنسان يعود إلى مكان ما في الشرق الأوسط. وقيل بفكرة أن جميع الشعوب اللاحقة تحدرت من أبناء نوح، الذين خرجوا من السفينة فوق جبل آرات. وبما أن هذه المنطقة هي جزء من القوقاز، قرّر بلوميناخ استعمال عبارة «قوقازي» للمتحدثين المباشرين من أبناء نوح وللشعوب التي لم تتعد كثيراً سواء كان ذلك من حيث الموقع أو المظهر، عن أسلافهم. واستعمل بلوميناخ أيضاً عبارة «ثيوبي» للإشارة إلى سكان أفريقيا. ونظراً إلى ازدياد معرفة الأوروبيين بالاختلاف البشري في الشرق الأقصى، وجد بلوميناخ أنه من الضروري تقسيم الفئة الآسيوية في نظام لينوس إلى فئة «مغولية» وأخرى «ماليزية»، وتنتمي إلى الفئة الثانية الشعوب التي تسكن جنوب شرق آسيا وأندونيسيا والجزر التي تنتشر حتى بولينزيا. وكان الضرب «الأميركي» خامس وآخر ضرب في نظام بلوميناخ، كما في نظام لينوس من قبله. وكانت هذه الضروب من البشر مصنفة ضمناً في مراتب، على مقياس متناسب.

الاختلافات الجينية بين المجموعات

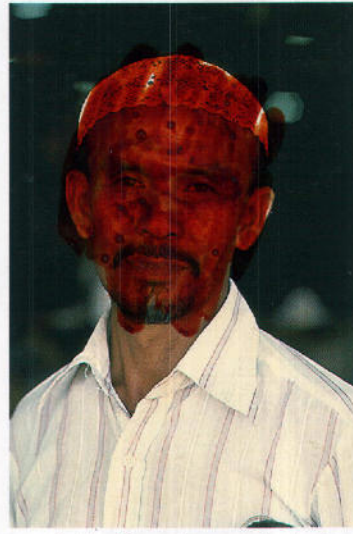
يمكن اعتماد الجينات عينها التي تسبب الاختلافات بين الأفراد لإجراء مقارنة بين الشعوب المختلفة، وذلك على مستويين من التجمع الجغرافي. هناك، أولاً، المجموعات السكانية المحلية التي تتميز بلغة وثقافة مشتركتين، وتشغل عادة منطقة محدودة. في حالات خاصة مثل العنجر، يمكن أن تندمج هذه المجموعة جسدياً مع مجموعات أخرى، لكن الخاصة الأساسية في هذه الحالة هي أن أفراد تلك المجموعة يختارون شركاءهم، إلى حد بعيد، من المجموعة نفسها. ويمكن أن نجد مثل هذه المجموعات حيث يسود زواج الأقارب ضمن بلد واحد، كما يحدث مثلاً بالنسبة للإيطاليين الشماليين والإيطاليين الجنوبيين. ثانياً، هناك تجمعات جغرافية كبيرة مثل هذه المجموعات السكانية المحلية، وهي ما يُعرف اصطلاحاً بـ «الأعراق» البشرية. ويتوقف، بالطبع، مدى الاختلاف الجيني بين «الأعراق» على كيفية تحديد هذه المجموعات. ويكون، عادة، عدد هذه «الأعراق» وتقسيمها إلى فئات أصغر أمراً كميّاً تماماً. ويتراوح عدد الفئات العرقية التي يقرها الأنثروبولوجيون المختلفون، بين ٦ و ٨٠ فئة أو عرقاً. فاستناداً إلى الشكل الخارجي، لا يمكن أن يخلط المرء بين أحد سكان بابوا (غينيا الجديدة)



الهند: رجل دين من قبيلة سادو



باكستان: رجل من قبيلة جوجرانوالا



ماليزيا: بائع متجول من كوتابهارو



رجلان تركيان



البرازيل: رجل من ريو دي جانيرو



رجل يوناني



الهند: رجل دين مسافر إلى بومباي



الهند: رجل دين من ماتيران



الهند: رجل الكوبرا



محارب فيليبيني



تانزانيا: محارب من قبيلة الماساي



زيمبابوي: رجل يمسك تمساحاً

برغم الادعاءات الواردة في الكتب القديمة التي تبحث في علم الوراثة البشرية، فإننا لا نعرف شيئاً حول التركيب الوراثي للون بشرة الانسان، باستثناء أنَّ الاختلافات الجينية تلعب دوراً أساسياً في تحديد الاختلافات في لون البشرة. ولا نعرف أيضاً عدد الجينات التي تؤثر في لون البشرة، أو ما إذا كانت الجينات التي تخلق الفرق بين الأفريقيين والأوروبيين هي نفسها التي تحدّد الفرق بين الأوروبيين الشماليين والجنوبيين.

العلم وطبيعة الاختلافات البيولوجية عند الانسان

ترتبط أيضاً الأحجام النسبية لجسم الانسان بقوى الانتقاء البيئية. فالناس الذين يعيشون منذ أمد بعيد في المناطق الحارة يشهدون استطالة في الأجزاء الطرفية من الذراعين والساقين، ما يزيد من قدرتهم على تبديد الحرارة التي تراكمت تدريجياً عند القيام بأي مجهود بدني في المناخات الحارة. وبما أنَّ الحرارة البيئية تنتج عن أشعة الشمس التي تولّد أيضاً الاشعاع فوق البنفسجي، نجد علاقة متبادلة بين توزيع درجة اصطباغ البشرة ودرجة استطالة الجزء الأقصى من الأطراف، ولكنّ السبب في ذلك يعود إلى أنَّ قوى الانتقاء التي تتحكم بتوزيعها تنشأ عن المصدر نفسه.

ويرتبط علو الأنف وطوله بضرورة ترطيب الهواء أثناء الشهيق إلى المستوى اللازم، لكي يحدث تبادل الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون في الرئتين. وقد عمل الانتقاء الطبيعي لصالح الأنف الطويل والعالي بالنسبة لسكان المناطق ذات المناخ الجاف، إلّا أنَّ انخفاض نسبة الرطوبة في الهواء لا يقتصر على المناطق الجافة والحارة. فالهواء البارد أيضاً يحتوي على نسبة منخفضة من الرطوبة، لذا فإنّ شكل أنف السكان الذين يقطنون، منذ أمد بعيد، المناطق الشمالية القريبة من القطب، مشابه لشكل أنف سكان المناطق الصحراوية الجافة والحارة.

وفي ما يتعلّق بالخواص التي تعزّز بقاء الانسان، يتحدّد التوزيع التدريجي لظهورها وفقاً لتوزيع وشدة القوى الانتقائية التي تستجيب لها هذه الخواص؛ والقوى الانتقائية لا تتحدّد وفقاً للحدود الجغرافية أو السكانية. ونجد أنَّ الأشكال المرتبطة بالحدود الجغرافية والسكانية ليس لها أي قيمة في تعزيز بقاء الانسان. إن العامل الوحيد الذي يتحكم بهذه الأشكال الحياتية هو المتصالية الجينية ضمن منطقة معينة. يرتبط شكل فتحة العين والأذن وخطوط محيط الجمجمة وغيرها من الخواص المماثلة إلى حدّ ما، بالمنطقة التي تعيش فيها المجموعة السكانية، وهو أمر يدرّكه تماماً المدافعون عن مفهوم العرق التقليدي. ولكن، بما أنَّ الاختلاف في هذه الخواص لا يرتبط باختلاف في القدرة على الرؤية أو السمع، أو أي شيء آخر، فإنّ هذه الاختلافات تبقى في المجموعات السكانية الحياتية بسبب الوراثة فقط، وليس لها أي معنى آخر على الاطلاق. إنَّها مسألة تشابه عائلي، ولكن على نطاق أوسع.

العلماء إلى اليوم من تحديد تفاصيل القاعدة الجينية لهذه الخصائص، سوى أنَّ الجينات تلعب دوراً معيناً في تشكيلها. وتنشأ صعوبة التحليل من عنصريين أساسيين في منهجية علم الوراثة. أولاً، تستعمل دراسة القاعدة الجينية لخاصة معينة، التشابهات بين الأفراد المتصلين بيولوجياً ببعضهم البعض كعامل أساسي. ولم يطرأ أي تغيير يُذكر على طريقة «جريجور مندل»، الذي استنتج طبيعة وراثة لون حبات البسلي (البازلاء) وشكلها من التشابهات والاختلافات بين الوالدين ونسلهما، وبين النسل في العائلة الواحدة.

والمشكلة التي يواجهها الباحثون في الوراثة عند الإنسان هي أنَّ التشابهات بين الأنساء تنشأ من مصدرين مختلفين، جيني وبيئي، وليس من الممكن عموماً فصل أسباب التشابه هذه. في الولايات المتحدة، هناك علاقة متبادلة وثيقة جداً بين الوالدين والأولاد في ما يتعلّق بالانتماءين السياسيين الحزبي والديني، ولكن لا أحد يفكر حتّى في الإشارة إلى أنَّ ذلك ثبت وجود جين للانتماء إلى الحزب الجمهوري أو المذهب الميثودي. وقد ركّز الكثير من الأبحاث، في مجال الوراثة، عند الانسان على الحالات الخاصة، التي يُقال إنَّها تفصل بين التشابهات البيئية والتشابهات الجينية. فعلى سبيل المثال، إن مقارنة الأولاد الذين تمّ تبنيهم مع والديهم البيولوجيين ووالديهم بالتبني، نستطيع، مبدئياً، إظهار تأثيرات التشابه الجيني، إذ أنّه إذا تمّ تبني الأولاد في سن مبكرة جداً فإنّ علاقة متبادلة مع والديهم البيولوجيين تكون ناشئة من علاقتهم الجينية.

ولكن، لكي نتج هذه الطريقة، يجب ألا يكون هناك أيّة علاقة متبادلة بين الوالدين البيولوجيين والوالدين بالتبني، أو أيّ تأثير بيئي من قبل الوالدين البيولوجيين على الأولاد الذين تمّ تبنيهم. وبالتالي، فإنّه لا يمكن استعمال هذه الطريقة لتحديد الاختلافات الجينية بين السود والبيض، لأنّ التبيّ المختلط بين الأعراق أمر نادر جداً، وحتى عندما يحدث، يكون للون بشرة الطفل تأثير عميق على بيئته الاجتماعية. ونجد شكلاً آخر من المعطيات في المقارنة بين توأمين متماثلين، لهما جينات متماثلة، وتوأمين من بيضتين مختلفتين ولكن من الجنس نفسه، ولا يكون هذان التوأمين الأخيران متماثلين جينياً أكثر من أيّ شقيقين أو شقيقتين غير توأمين. لكنّ هذه الطريقة تعاني عيباً محتوماً يتمثّل في أنَّ التوأمين المتماثلين يُعاملان دائماً تقريباً من قبل أفراد العائلة والأصدقاء بشكل مماثل، أكثر ممّا يُعامل التوأمين غير المتماثلين. ويتبع التوأمين المتماثلان قاعدة ثقافية للسلوك تعزّز نفسها بنفسها، فإنَّهما يلبسان ويتصرّفان بشكل متشابه إلى أقصى حدّ ممكن؛ ونعتقد أيضاً، على الصعيد القومي، مؤثرات للتوأمين يتبارى فيها التوأمين المتماثلون لظهور تشابههم الخارجي.

وتكمن الصعوبة الثانية في المنهجية الجينية، في أنّه إذا تأثرت الخواص بأكثر من جين واحد، فلن تتوافق أنماط شكل الوالدين والأولاد مع التوقعات «النمذية» البسيطة، حتّى عندما تكون الحساسية للبيئة ضعيفة، أضف إلى أنّه لا يمكن تعيين موقع الجينات بالطرق الجينية.



كندا: حفلة راقصة للسكان الأصليين



ميانمار (بورما): رجل دين



كوبا: عامل في مصنع السيجار



رجل من باكستان



غانا: زعيم القبيلة



بانغ من بنجلادش



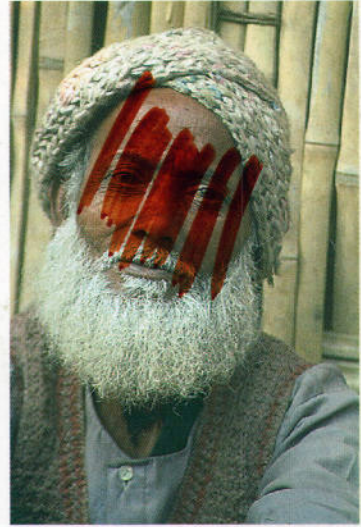
جامايكا: ساق في مقهى



تايلاند: رجل دين في معبد بوذي



الهند: مروض الثعابين



بنجلادش: بائع متجول



أفغانستان: بائع الطيور



رجل كندي

التلوث البيئي

التلوث البيئي تعبير يشير إلى جميع الطرق التي يؤدي بها النشاط الإنساني البيئة الطبيعية. وقد شاهد معظم الناس التلوث البيئي في شكل مكب نفايات مفتوح أو مصنع يطلق دخاناً أسود. لكنّ التلوث يمكن أن يكون أيضاً غير مرئيّ وعدم الرائحة والطعم. فبعض أنواع التلوث لا يوشخ فعلياً الأرض أو الهواء أو الماء، ولكن يخفّض نوعية الحياة بالنسبة للإنسان والكائنات الحيّة الأخرى. فعلى سبيل المثال، يمكن اعتبار الضبّة التي يسببها السير والآلات، نوعاً من أنواع التلوث.

يشكّل التلوث البيئي إحدى أخطر المشاكل التي تواجه الإنسان وأشكال الحياة الأخرى في الوقت الحاضر. فالهواء الشديد التلوث يمكن أن يضرّ بالخصايل ويسبب أمراضاً تعرض الحياة للخطر. وقد خفّض بعض ملوثات الهواء قدرة الجوّ على صدّ الأشعّة فوق البنفسجيّة المؤذية التي تطلقها الشمس. ويقول الكثير من العلماء أنّ هذه الملوثات وغيرها من ملوثات الهواء قد بدأت تتغيّر المناخات في جميع أنحاء العالم. ويهدّد تلوث الماء والتربة قدرة المزارعين على إنتاج ما يكفي من الطعام. ويعرض تلوث المحيطات الكثير من الكائنات البحريّة لخطر الزوال. ويعتبر الكثير من الناس تلوثات الهواء والماء والتربة أشكالاً مختلفة من التلوث. إلّا أنّ مكوثات البيئة المختلفة - الهواء والماء والتربة - تعتمد الواحدة على الأخرى، وتعتمد أيضاً على النباتات والحيوانات التي تعيش في البيئة. وتولّف العلاّق بين الكائنات الحيّة والأشياء الجامدة في بيئة معينة، ما يُعرف بالنظام البيئيّ. وتتصلّل الأنظمة البيئيّة كافّة في العالم الواحد بالأخر. وبالتالي، فإنّ التلوث الذي يبدو أنّه يلحق بجزء واحد فقط من البيئة، يمكن أن يؤثّر أيضاً في الأجزاء الأخرى. فعلى سبيل المثال، إنّ الدخان المتصاعد من معمل لتوليد الطاقة قد يبدو وكأنّه يؤذي الجوّ فقط؛ لكنّ المطر يمكن أن يغسل بعض الموادّ الكيميائيّة المضرّة الموجودة في الدخان، من الجوّ؛ ويحملها معه إلى الأرض أو إلى الأجسام المائيّة.

يأتي بعض أنواع التلوث من نقطة أو مكان محدّد، كما في حالة تصريف مياه المجاري في نهر. ويُعرف هذا النوع من التلوث بالتلوث النقطيّ المصدر. وتأتي أنواع أخرى من التلوث من مناطق واسعة، كأن يجري الماء من الأراضي الزراعيّة، ويحمل معه المبيدات والأسمدة إلى الأنهار. ويمكن أن يغسل المطر البنزين والزيوت والملح عن الطرقات ومواقف السيّارات، ويحملها معه إلى الآبار التي توفّر مياه الشفة. ويُعرف التلوث الذي يصدر عن مثل هذه المناطق الكبيرة، بالتلوث اللانقطيّ المصدر. يرغب جميع الناس تقريباً برؤية التلوث يخفّ في البيئة. ولكنّ القسم الأكبر من التلوث الذي يهدّد اليوم صحّة كوكبنا، يأتي من منتجات يرغب بها الكثير من الناس، ويحتاجون إليها. فعلى سبيل المثال، إنّ السيّارات توفّر للناس الراحة، إذ تؤمّن لهم النقل الفرديّ، لكنّها تخلق نسبة كبيرة من تلوث الهواء في العالم. وتنتج المصانع سلعاً يستمتع الناس باستعمالها، لكنّ العمليّات الصناعيّة يمكن أن تلوث البيئة أيضاً. وتساعد المبيدات والأسمدة على إنتاج كمّيّات كبيرة من الموادّ الغذائيّة، لكنّها تسبّب أيضاً التربة والأجسام المائيّة.

لأجل القضاء على التلوث أو تخفيضه إلى حدّ بعيد، يجب أن يخفّف الناس استعمالهم السيّارات وغيرها من وسائل الراحة الحديثة؛ ويجب أن يغلق بعض المصانع أبوابه أو يغيّر طرق إنتاجه. ونظراً إلى أنّ أعمال معظم الناس مرتبطة بالصناعات التي تساهم في تلوث البيئة، فإنّ توقيف هذه الصناعات يزيد من البطالة. وإذا توقّف المزارعون فجأة عن استعمال الأسمدة والمبيدات الكيميائيّة، فسيكون هنالك كمّيّة أقلّ من الغذاء لإطعام سكان الأرض. ولكن، مع الوقت، يمكن تخفيض التلوث بطرق عدّة، دون الإخلال كثيراً بحياة الناس. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تتبنّى الحكومات القوانين اللازمة لتشجيع المؤسسات الإنتاجيّة على اعتماد طرق إنتاج أقلّ تلويثاً. ويمكن أن يطوّر العلماء والمهندسون منتجات وعمليات إنتاجيّة نظيفة وآمنة أكثر بالنسبة للبيئة. ويستطيع الأفراد في جميع أنحاء العالم إيجاد طرق بأنفسهم، للتخفيف من تلوث البيئة.

أنواع التلوث:

تشمل أنواع التلوث الرئيسيّة تلوث الهواء وتلوث الماء وتلوث التربة والتلوث الناتج عن النفايات الصلبة والنفايات الخطرة والتلوث بالضجيج.

تلوث الهواء

هو اختلاط الهواء بموادّ مثل الغازات المستهلكة الناتجة عن احتراق الوقود والدخان. ويمكن أن يلحق هذا التلوث ضرراً جسيماً بصحة النباتات والحيوانات وإتلاف المباني وغيرها من المنشآت. وبحسب منظمة الصحة العالميّة، إنّ خمس سكّان العالم تقريباً معرضون لمستويات خطيرة من ملوثات الهواء. ويتألّف الجوّ طبيعيّاً من النيتروجين والأكسجين وكمّيّات قليلة من ثاني أكسيد الكربون، وغازات أخرى، وجسيمات دقيقة من الموادّ السائلة أو الصلبة. ويجري عدد من العمليات الطبيعيّة لإبقاء مكوثات الجوّ في حالة من التوازن. فعلى سبيل المثال، تستعمل النباتات ثاني أكسيد الكربون وتنتج الأكسجين. وتستهلك الحيوانات من جهتها الأكسجين، وتنتج ثاني أكسيد الكربون في عملية التنفس. وتطلق حرائق الغابات والثورات البركانيّة غازات وجسيمات دقيقة في الجوّ، فيغسلها المطر أو تنشرها الريح.

ويحدث تلوث الهواء، عندما تُطلق المصانع والمركبات السيّارة كمّيّات كبيرة جدّاً من الغاز والجسيمات الدقيقة في الهواء، حتّى أنّ العمليّات الطبيعيّة تصبح غير قادرة على إبقاء الجوّ في حالة توازن. ونجد نوعين رئيسيّين من تلوث الهواء: (١) تلوث الهواء الطلق، و(٢) تلوث الهواء الداخليّ. **تلوث الهواء الطلق:** تُطلق في الجوّ، سنويّاً، مئات ملايين الأطنان من الغازات والجسيمات الدقيقة. وينتج القسم الأكبر من هذا التلوث عن حرق الوقود لتشغيل السيّارات وتدفئة المباني. ويأتي قسم من تلوث الهواء، أيضاً، من العمليّات الصناعيّة والإنتاجيّة المختلفة. فعلى سبيل المثال، إنّ الكثير من مؤسسات التنظيف الجافّ تزيد الأوساخ من الملابس بمادة كيميائيّة تُدعى البركلور إثاين. وهي ملوّث خطر للهواء. ويمكن أن يطلق حرق النفايات دخاناً ومعادن ثقيلة مثل الرصاص والزرنيق. ومعظم المعادن الثقيلة موادّ سامة جدّاً.

يشكّل «الضبّبخ» Smog أحد أكثر أنواع تلوث

منجم ومصنع نحاس في شوكيماتا، التشيلي. ونلاحظ تصاعد الدخان من المداخل ملوّثاً الجوّ.



الهواء الطلق شيوعاً. والضبّبخ هو مزيج ضبابيّ بني اللون من الغازات والجسيمات الدقيقة. ويتكوّن الضبّبخ عندما تتفاعل غازات معيّنة يطلقها احتراق البنزين ومنتجات بتروليّة أخرى مع أشعّة الشمس في الجوّ. ويخلق هذا التفاعل مئات الموادّ الكيميائيّة المؤذية التي تشكّل الضبّبخ.

وإحدى الموادّ الكيميائيّة الموجودة في الضبّبخ هي شكل سامّ من الأكسجين يدعى الأوزون. فالتعرّض لتركيزات عالية من الأوزون يسبّب آلاماً في الرأس، وإحساساً بالإحراق في العينين، وتهيج السبيل التنفسيّ عند الكثير من الأشخاص. وفي بعض الحالات، يمكن أن يؤذي الأوزون في طبقات الجوّ السفليّة إلى الوفاة. ويمكن أن يلحق الأوزون ضرراً بالحياة النباتيّة، وحتى أن يقتل الأشجار.

المطر الحمضيّ تعبير يشير إلى المطر وغيره من الهواطل التي تكون ملوّثة بشكل رئيسيّ بحمض السلفوريك وحمض النتريك. ويتشكّل هذان الحمضان، عندما تتفاعل غازات ثاني أكسيد الكبريت وأكسيدات النتروجين مع بخار الماء في الجوّ. وتأتي هذه الغازات بشكل رئيسيّ من حرق السيّارات والمصانع ومحطات توليد الطاقة، الفحم والغاز والبترو. وتنتقل الحموض في المطر الحمضيّ عبر الهواء والماء، وتؤذي البيئة على مسافات كبيرة. وقد قضى المطر الحمضيّ على مجموعات كاملة من الأسماك في عدد من البحيرات. كما أنّه يلحق الضرر بالمباني والجسور والتماثيل. ويقول العلماء إنّ التركيزات العالية من المطر الحمضيّ يمكن أن تؤذي الغابات والتربة. وتشمل المناطق التي تتعرّض للمطر الحمضيّ، أجزاء كبيرة من شرق أميركا الشماليّة واسكندينايفيا وأوروبا الوسطى.

والموادّ الكيميائيّة المعروفة بالكولوروفلوروكربون هي ملوثات تدمّر طبقة الأوزون في طبقات الجوّ العليا. وتُستعمل هذه الموادّ في التلّاجات ومكيفّات الهواء، ولصنع البلاستيك الزبديّ العازل. ويكوّن الأوزون - الغاز نفسه الذي يشكّل ملوثاً مؤذياً في الضبّبخ - طبقة واقية في المنطقة العليا من الجوّ. وتحمي طبقة الأوزون سطح الأرض من أكثر من ٩٥٪ من الأشعّة فوق البنفسجيّة التي تطلقها الشمس. ومع تسبّب هذه الموادّ الكيميائيّة بترقّق طبقة الأوزون، يصل المزيد من الأشعّة فوق البنفسجيّة إلى سطح الأرض. ويؤذي فرط التعرّض إلى هذا الإشعاع إلى تضرّر النبات، ويزيد خطر الإصابة بسرطان الجلد عند الإنسان.

وتأثير الدفيّة هوارتفاع درجات الحرارة الناتج عن احتجاز جوّ الأرض حرارة الشمس. ويأتي تأثير الدفيّة نتيجة عمل ثاني أكسيد الكربون والميثان وغيرها من غازات الجوّ التي تسمح لأشعّة الشمس بالوصول إلى الأرض، لكنّها تمنع الحرارة من مغادرة الجوّ. وكثيراً ما تُدعى هذه الغازات المحتجزة للحرارة بغازات الدفيّة.

إنّ حرق الوقود وغيره من الأنشطة الإنسانيّة يزيد تدريجيّاً كمّيّة غازات الدفيّة في الجوّ. ويقول الكثير من العلماء إنّ هذه الزيادة في الغازات تزيد من شدّة تأثير الدفيّة، وترفع درجات الحرارة في جميع أنحاء العالم. وقد يخلق هذا الإرتفاع في درجات الحرارة، الذي يُعرف بالتسخين العالميّ، الكثير من المشاكل. ويمكن أن يؤذي تأثير دفيّة قويّ إلى ذوبان الجلدات وصفحات الجليد القطبيّة، فتغمر المياه المناطق

الساحليّة. ويمكن أن يغيّر أيضاً أنماط تساقط المطر، فيؤدّي إلى المزيد من فترات الجفاف، ويسبّب عواصف استوائيّة عنيفة.

ويحدث **تلوث الهواء الداخليّ** عندما تحتجز مبانٍ، لها أنظمة تهوئة سيّئة التصميم، موادّ ملوّثة في الداخل. وأهمّ أنواع الملوثات الداخليّة دخان التبغ، وغازات الأفران، والموادّ الكيميائيّة المستعملة في المنازل، والجسيمات الليفيّة الصغيرة، والأدخنة الخطرة التي تطلقها موادّ البناء مثل الموادّ العازلة والغراء والدهان. وفي بعض مباني المكاتب، تسبّب الكمّيّات الكبيرة من هذه الموادّ، آلاماً في الرأس وتهيجاً في العينين وغيرها من المشاكل الصحيّة لدى العاملين في المكاتب. وتُدعى هذه المشاكل الصحيّة أحياناً متلازمة، المبني المريض.

ويشكّل الرادون، وهو غاز مشعّ يُطلق في عمليّة انحلال الأورانيوم في الصخور داخل الأرض، ملوثاً داخليّاً مؤذياً آخر. ويمكن أن يسبّب هذا الغاز سرطان الرئة، إذا جرى استنشاقه بكمّيّات كبيرة. ويتعرّض الناس للرادون عندما يتسرّب الغاز إلى الأدوار التحتانيّة في المنازل المبنيّة فوق تربة أو صخر مشعّين. ويمكن أن تحتجز المباني الفعّالة طاقياً، التي تُبقي الهواء المسخن أو المبرّد في الداخل، غاز الرادون في الداخل، ما يؤدّي إلى تركيزات مرتفعة من الغاز.

تلوث الماء

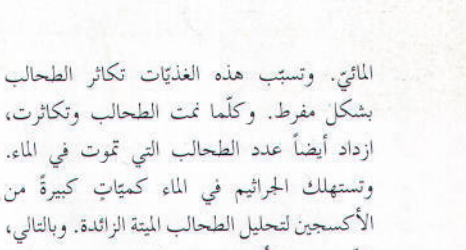
يتلوّث الماء بمياه المجاري والموادّ الكيميائيّة السامة والمعادن والزيوت وغيرها من الموادّ. ويمكن أن يلحق التلوث المياه السطحيّة مثل الأنهار والبحيرات والمحيطات، وأيضاً المياه الموجودة تحت سطح الأرض والمعروفة بالمياه الجوفيّة. ويمكن أن يؤذي تلوث الماء الكثير من أنواع النباتات والحيوانات. ووفقاً لمنظمة الصحة العالميّة، يموت حوالي ٥ ملايين شخص سنويّاً بسبب شرب ماء ملوّث.

في النظام المائيّ السليم، تحوّل دورة من العمليّات الطبيعيّة، الفضلات إلى موادّ نافعة أو غير مضرّة. وتبدأ الدورة عندما تستعمل كائنات مجهرية تُعرف بالجراثيم الجيهوائيّة، الأكسجين المذاب في الهواء لهضم الفضلات. وتطلق عمليّة الهضم هذه، النترات والفوسفات وعُذّيّات أخرى (موادّ كيميائيّة تحتاجها الكائنات الحيّة لكي تنمو). وتمتصّ الطحالب والنباتات الخضراء المائيّة هذه العذّيّات، ثم تأكل حيوانات مجهرية، تدعى العلق الحيوانيّ، الطحالب؛ وتأكّل الأسماك العلق الحيوانيّ. وتصبح هذه الأسماك بدورها طعاماً لأسماك أكبر منها أو للطيور أو لغيرها من الحيوانات. وتنتج هذه الحيوانات الأكبر حجماً فضلات (غائط...)، وتموت في نهاية الأمر. تحلّل الجراثيم الحيوانات الميتة وفضلات الحيوانات، وتبدأ الدورة من جديد.

يحدث تلوث الماء عندما يطرح الناس كمّيّة كبيرة جدّاً من الفضلات والنفايات في النظام المائيّ، حتّى أنّ عمليات التنظيف الطبيعيّة تصبح غير قادرة على أداء وظيفتها بالشكل المطلوب. ويقوم بعض النفايات، مثل النفط والحموض الصناعيّة والمبيدات الزراعيّة، بتسميم النباتات والحيوانات المائيّة. وتلوث فضلات أخرى مثل المنظفات الفوسفاتيّة والأسمدة الكيميائيّة والسماذ الحيوانيّ الحياة المائيّة بتزويدها بكمّيّة زائدة من العذّيّات. وتُعرف عمليّة التلوث هذه بالتكاثر الغذائيّ أو التثريف. وتبدأ هذه العمليّة عندما تدخل كمّيّات كبيرة من العذّيّات في النظام



تتشكّل النفايات الصلبة أحد أسوأ مصادر تلوث التربة، وخصوصاً المواد غير القابلة للإتحلال، مثل بعض المواد البلاستيكية.



المائي. وتسبب هذه الغدّيات تكاثر الطحالب بشكل مفرط. وكلّما نمت الطحالب وتكاثرت، ازداد أيضاً عدد الطحالب التي تموت في الماء. وتستهلك الجراثيم في الماء كمّيّات كبيرة من الأكسجين لتحليل الطحالب الميتة الزائدة. وبالتالي، فإنّ مستوى الأكسجين في الماء ينخفض، ما يؤدّي إلى موت الكثير من النباتات والحيوانات المائية. وينشأ تلوث الماء من المؤسسات والمزارع والمنازل والمصانع وغيرها من المصادر. ويشمل مياه المجاري والموادّ الكيميائية الصناعية والموادّ الكيميائية الزراعية فضلات الماشية. وتجد شكلاً آخر من تلوث الماء في المياه النظيفة، ولكن الساخنة، التي تطرحها محطّات توليد الطاقة في المجاري المائية. تُعرف هذه المياه المسخّنة بالتلوث الحراريّ، وهي تلحق الضرر بالأسماك والنباتات المائية بتخفيض كميّة الأكسجين في الماء. ويمكن أن يسبب أيضاً تسرّب المواد الكيميائية والنفط، تلوثاً مائياً مدّراً يقتل الطيور المائية والمخارات وغيرها من أشكال الحياة البريّة.

وتلوث الماء في بعض الحالات، عندما لا يكون هنالك فصل كليّ بين مياه المجاري ومياه الشفة النظيفة. ففي بعض أنحاء العالم التي تفتقر إلى مصانع حديثة لمعالجة مياه المجاري، يمكن أن تسرّب المياه المخفلة بالفضلات والأقذار إلى مخزون مياه الشفة. ويمكن أن تلوث الجراثيم الحاملة الأمراض الموجودة في الفضلات، مياه الشفة وتسبب أمراضاً مثل الّهِيضَة (الكوليرا) وِالزُّحار (الديزنتاريا). وفي المناطق التي تتمتع بوسائل صحيّة جيّدة، يجري معظم الفضلات الإنسانيّة في أنابيب تحت الأرض إلى مصانع خاصّة لمعالجة مياه المجاري، تقتل الجراثيم المؤذية وتزيل الفضلات الصلبة.

تلوث التربة

تلوث التربة هو إتلاف الطبقة الرقيقة من التربة السليمة والمنتجة، حيث يُورّع القسم الأكبر من طعامنا. ومن غير تربة خصبة، لا يستطيع المزارعون إنتاج ما يكفي من الطعام لسدّ حاجات سكّان العالم.

وتتوقّف نوعيّة التربة الجيّدة على الجراثيم والفطور والحيوانات الصغيرة التي تفتّت أو تحلّل الفضلات في التربة، وتطلق الغدّيات. وتساعد هذه الغدّيات النباتات على النموّ. ويمكن أن تمثّد الأسمدة والمبيدات من قدرة الأحياء الموجودة في التربة على معالجة الفضلات. ونتيجة ذلك، يقضي المزارعون

الذين يستعملون كميّات مفرطة من الأسمدة والمبيدات، على إنتاجيّة تربتهم.

ويمكن أن يصيب أيضاً عدد من الأنشطة الإنسانيّة الأخرى، التربة بالضرر. ويمكن أن يؤدّي ريّ التربة في مناطق سيّئة التصريف إلى ركود الماء في الحقول. وعندما يتبخّر هذا الماء، يخلف وراءه تراكمات من الملح، ما يجعل التربة مالحة جدّاً، فلا يمكن استخدامها في الزراعة. وتلوث عمليّات التعدين والمصاهر التربة بالمعادن الثقيلة السامة. ويعتقد الكثير من العلماء أنّ المطر الحمضيّ يمكن أن يخفّض أيضاً حصب التربة.

النفايات الصلبة

النفايات الصلبة هي ربّما أكثر أشكال التلوث بروزاً للعِيان. ففي كلّ سنة، يطرح الناس بلايين الأطنان من النفايات الصلبة. ويتشكّل معظم المواد المطروحة من النفايات الصناعية. وتُعرف النفايات الصلبة الناتجة عن المنازل والمكاتب والمتاجر بالنفايات الصلبة البلديّة، وتحتوي على الورق والبلاستيك والزجاجات وعلب الطعام المحفوظ وفضلات الطعام والفضلات الناتجة عن تشذيب الحدائق والمرجّات. ومن النفايات الصلبة الأخرى، نذكر السيارات المكشّرة والمعادن الهالكة وموادّ فاضلة من العمليّات الزراعيّة وفضلات عمليّات التعدين.

ويطرح التخلّص من النفايات الصلبة مشكلة صعبة، لأنّ معظم الطرق المستعملة مضرّ للبيئة. فلمكبات المفتوحة تفسد جمال الأرض الطبيعيّ، وتشكّل مأوى مفضّلاً للجرذان وغيرها من الحيوانات النافلة الأمراض. ويمكن أن تحتوي المكبات المفتوحة والمطمورة على حدّ سواء على موادّ سامة، تسرّب إلى المياه الجوفيّة أو تصبّ في المجاري المائية والبحيرات. ويخلق حرق النفايات الصلبة، دوّما رادع، دخاناً وأشكالاً أخرى من تلوث الهواء. كما أنّ حرق النفايات في المرمّذات يطلق أيضاً موادّ كيميائيّة سامة ورماداً ومعادن مضرّة في الجوّ.

النفايات الخطرة

تتألّف هذه النفايات من الموادّ المميّة التي يمكن أن

تهدّد صحة الإنسان ونظافة البيئة. وتكون النفايات خطرة، عندما تحثّ موادّ أخرى أو تنفجر أو تشتعل بسهولة أو تتفاعل بعنف مع الماء أو تكون سامة. وتشمل مصادر النفايات الخطرة المصانع والمستشفيات والمختبرات. ويمكن أن تسبّب هذه النفايات إصابات مباشرة عندما يستنشقها الإنسان أو يبلعها أو يلمسها. وعندما تطمر في الأرض أو تُترك في مكبات مفتوحة، يمكن أن تلوث المياه الجوفيّة والمحاصيل الزراعيّة.

وقد سبّب سوء نقل وتدمير الفضلات الخطرة أو إطلاقها غير المقصود، عدداً من الكوارث حول العالم. ففي سنة ١٩٧٨، مثلاً، أدّى تسرّب موادّ كيميائيّة خطيرة من مكان لرمي النفايات في منطقة لوف كانال في غرب ولاية نيويورك الأميركيّة، إلى تهديد صحة السكّان المجاورين للمكبّ. وقد أُجبر مئات الأشخاص على ترك منازلهم. وسنة ١٩٨٤، أدّى تسرّب للغاز السامّ من مصنع للمبيدات في بويال في الهند إلى وفاة أكثر من ٢٨٠٠ شخص، وسبّب أضراراً في العينين وفي السبيل التنفسيّ لدى أكثر من ٢٠,٠٠٠ شخص.

ويمكن أن يلحق بعض النفايات الخطرة أذى كبيراً بصحة الإنسان والحياة البريّة والنباتات. وتشمل هذه الملوثّات الإشعاعات والمبيدات والمعادن الثقيلة.

ويشكّل الإشعاع ملوثاً غير مرئيّ يمكن أن يلوّث أيّ جزء من البيئة. ويأتي القسم الأكبر من الإشعاع من مصادر طبيعيّة مثل المعادن وأشعة الشمس. ويستطيع العلماء أيضاً إنتاج عناصر مشعّة في المختبر. ويؤدّي التعرّض لكميّات كبيرة من الإشعاع إلى إلحاق الضرر بخلايا الجسم، ما قد يسبّب الإصابة بالسرطان.

وتطرح النفايات المشعّة التي تأتي من المفاعلات النوويّة ومصانع الأسلحة، مشكلةً بيئيّة خطيرة. وسيبقى بعض هذه النفايات مشعاً لآلاف السنين. يشكّل خزن النفايات المشعّة بشكل آمن، عمليّة صعبة ومكلّفة على حدّ سواء.

يمكن أن تنتقل المبيدات على مسافات كبيرة في البيئة. فعندما تُرشّ المبيدات على المحاصيل أو



الحدائق، يمكن أن تحملها الرياح إلى أماكن أخرى. كما يمكن أن تجري مع مياه المطر وتصبّ في المجاري المائية القريبة، أو تتسرّب في التربة وتصل إلى المياه الجوفيّة. ويمكن أن يبقى بعض المبيدات عدّة سنوات في البيئة وينتقل من كائن إلى آخر. فعندما توجد المبيدات في مجرى مائي، مثلاً، تمتصّها الأسماك الصغيرة وغيرها من الكائنات. وعلى غرار المبيدات، تبقى المعادن الثقيلة وغيرها من الأنسجة العضويّة في الحيوانات. وفي الإنسان، يمكن أن تتركّم هذه المعادن في العظام وغيرها من الأنسجة العضويّة في الحيوانات. وفي الإنسان، يمكن أن تلحق المعادن الثقيلة أضراراً جسيمة بمختلف الأعضاء الداخليّة والعظام والجهاز العصبيّ. ويسبّب الكثير منها أيضاً مرض السرطان.

التلوث بالصنّيج

يصدر هذا النوع من التلوث عن الآلات مثل الطائرات والمركبات السيّارة وآلات البناء والتجهيزات الصناعيّة. ولا يوشّع الصنّيج الهواء أو الماء أو الأرض، لكنه يسبّب إزعاجاً وفقدان السمع عند الإنسان والحيوانات الأخرى.

السيطرة على التلوث

تتوقّف السيطرة على التلوث على الجهود التي تبذلها الحكومات والعلماء والمؤسسات التجاريّة والصناعيّة والزراعيّة والمنظمات البيئيّة والأفراد.

عمل الحكومات

في الكثير من الدول حول العالم، تسعى الحكومات إلى إزالة التلوث الذي يفسد الأرض والهواء والماء. وتقوم الحكومات المحليّة والقوميّة، على حدّ سواء، بجهود في هذا المجال. إضافة إلى ذلك، فقد بذلت جهود على المستوى الدولي لحماية موارد الأرض.

الجهود الخليّة

سنّ الكثير من الحكومات المحليّة قوانين للمساعدة على تنظيف البيئة. ففي سنة ١٩٨٩، مثلاً، تبنّت ولاية كاليفورنيا الأميركيّة خطّة لمدة ٢٠ سنة لأجل تخفيض تلوث الهواء في منطقة لوس أنجيلوس، التي سجّلت أسوأ نوعيّة هواء في الولايات المتحدة. وتضمّنّت الخطّة تدابير لتقييد استعمال المركبات المحرّكة بالبنزين ولتشجيع استعمال النقل العام.

ويمكن أن تسنّ الحكومات المحليّة أيضاً قوانين لإعادة التدوير. وإعادة التدوير هي عمليّة مخصّصة لاسترداد الموادّ وإعادة استعمالها بدلاً من رميها. ففي فيينا (عاصمة النمسا)، مثلاً، يجب على المواطنين فصل قمامتهم في مستوعبات مخصّصة للورق، وأخرى للبلاستيك، والمعادن، وعلب الألمنيوم، والزجاج الشفّاف، والزجاج الملون، وفضلات الطعام والحديقة. ويحظرّ بعض المدن طمر فضلات تشذيب الحدائق والمرجّات لأنّها تشغل مكاناً واسعاً. وتجمّع هذه المدن فضلات التشذيب بمفردها، وتفرّغها في مراكز لصنع السماد الخليط، حيث تتحلّل لتشكّل مادة تُستعمل لتحسين نوعيّة التربة. وتشجّع عدّة ولايات في الولايات المتحدة وعدد من الدول الأوروبيّة إعادة استعمال الزجاجات بفرض تأمين بُرد إلى المواطن عند إعادة الزجاجاة.

الجهود القوميّة

يسنّ الكثير من الحكومات المركزيّة أيضاً قوانين تساعد على إزالة التلوث. ففي سنة ١٩٨٠، مثلاً، سنّ الكونغرس الأميركيّ قانوناً بيئياً شاملاً يُعرف به«الصندوق الكبير». وقد بدأت نتيجة هذا القانون حملة تنظيف شاملة لمكبات النفايات الخطرة في الولايات المتحدة. ويحتلّ هذا القانون وعدد من القوانين الأخرى، الملوثّين مسؤوليّة إصلاح الضرر البيئيّ الذي يسبّبونه.

وفي الولايات المتحدة، تضع وكالة حماية البيئة معايير لضبط التلوث وتطبّقها. كما أنّها تساعد حكومات الولايات والحكومات المحليّة في السيطرة على التلوث. وقد أنشأت أيضاً معظم الدول الصناعيّة الأخرى، مثل كندا واليابان والكثير من الدول الأوروبيّة، وكالات لضبط التلوث.

ويُعتبر حظر استعمال الملوثّات إحدى الطرق الأكثر فعاليّة التي تستطيع الحكومات العالمية، أي المحيطات والجوّ، ليست ملكاً لشخص واحد أو بلد واحد. وللسيطرة على التلوث، يجب أن يعمل سكّان العالم سوياً. ومنذ سبعينات القرن العشرين، يلتقي ممثّلون عن عدّة دول في العالم للباحث في وسائل الحدّ من التلوث الذي يصيب الهواء والماء. وقد أنشأت هذه الدول معاهدات بيئيّة للمساعدة على السيطرة على مشاكل بيئيّة خطيرة، مثل المطر الحمضيّ وترقّق طبقة الأوزون ورمي النفايات في البحر. وفي معاهدة دُعيّت «بروتوكول مونريال حول المواد التي تلتف طبقة الأوزون»، والتي بدأ العمل بها سنة ١٩٨٩، اتّفقت أهمّ البلدان المنتجة للموادّ الكلورو فلورو كربونيّة على التوقّف تدريجيّاً عن إنتاج هذه المواد. وفي سنة ١٩٩١، فرض تعديل المعاهدة حظراً كاملاً على إنتاج هذه الموادّ الكيميائيّة في سنة ٢٠٠٠. وفي سنة

المتحدة البنزين الذي يحتوي على الرصاص ودهان المنازل الذي يعتمد الرصاص كمكوّن رئيسيّ، لكنّها تسمح باستعمال الرصاص في البطاريّات وموادّ البناء والدهان الصناعيّ. وعلى الرغم من الإستمرار في استعمال الرصاص في بعض المنتجات، فقد خفّفت القيود، الموضوعّة على استعمال المعدن في الدهانات والبنزين، المشاكل الصحيّة التي يسبّبها.

وتحدّ قوانين أخرى لضبط التلوث إطلاق الملوثّات في البيئة عوضاً عن حظرها. ففي الولايات المتحدة، خفّف قانون الهواء النظيف (١٩٧٠) وتعديلاته إطلاق الماء غير المعالّج والموادّ الكيميائيّة المؤذية في الأنهار والأجسام المائية الأخرى.

وتستخدم الحكومات استراتيجيات أخرى للحدّ من التلوث، هي فرض غرامة على الشركات التي تلوث البيئة. فأستراليا وعدد من الدول الأوروبيّة تفرض غرامة على المؤسسات التي تلوث الماء. وتحثّ هذه الغرامات الشركات على الاستثمار في التجهيزات الضابطة للتلوث أو على اختراع طرق عمل أقلّ تلويثاً. ويمكن أن تفرض الحكومات أيضاً ضرائب على المنتجات التي تلوث البيئة. فعلى سبيل المثال، إنّ معظم الدول الإسكندنافية يفرض ضريبة على الزجاجات التي لا تُردّ. ويفرض بعض القوانين على المؤسسات، إخطارَ الجمهور بعدد الملوثّات التي تطلقها في البيئة. وقد دفع هذا القانون بعض الشركات إلى إيجاد طرق للتخفيف من التلوث، كي لا يأخذ المستهلكون فكرة سيّئة عنها ويمتنعوا، ربّما، عن شراء منتجاتها.

وتنظّم الحكومات أيضاً عمليّة التخلص من النفايات الصلبة والخطرة. ووفقاً لقوانين الولايات المتحدة، يجب أن يُعطى داخل الحفر التي تُطمر فيها النفايات بطبقة مزدوجة من المواد غير النفيذة مثل الصلصال والبلاستيك، تساعد على منع تسرّب المواد الكيميائية السامة إلى مخزون المياه. ويجب أن تُزوّد مرمّذات القمامة بأجهزة تمتع إطلاق الغازات والجسيمات الدقيقة المؤذية في الجوّ.

الجهود العالميّة

ظهرت صعوبة كبيرة في السيطرة على عدّة أشكال من التلوث البيئيّ لأنّ موارد الأرض العالميّة، أي المحيطات والجوّ، ليست ملكاً لشخص واحد أو بلد واحد. وللسيطرة على التلوث، يجب أن يعمل سكّان العالم سوياً.

ومنذ سبعينات القرن العشرين، يلتقي ممثّلون عن عدّة دول في العالم للباحث في وسائل الحدّ من التلوث الذي يصيب الهواء والماء. وقد أنشأت هذه الدول معاهدات بيئيّة للمساعدة على السيطرة على مشاكل بيئيّة خطيرة، مثل المطر الحمضيّ وترقّق طبقة الأوزون ورمي النفايات في البحر. وفي معاهدة دُعيّت «بروتوكول مونريال حول المواد التي تلتف طبقة الأوزون»، والتي بدأ العمل بها سنة ١٩٨٩، اتّفقت أهمّ البلدان المنتجة للموادّ الكلورو فلورو كربونيّة على التوقّف تدريجيّاً عن إنتاج هذه المواد. وفي سنة ١٩٩١، فرض تعديل المعاهدة حظراً كاملاً على إنتاج هذه الموادّ الكيميائيّة في سنة ٢٠٠٠. وفي سنة

تظهر الصورة دفع المياه الملوّثة من مصنع للصلب في بولتيمر، في الولايات المتحدة.

أجهزة، تُعرف بالخلايا الكهربائيّة الضوئيّة، تُشعّ الشمس مباشرة إلى كهرباء. وتنتج محطة توليد للطاقة تستخدم هذه الخلايا في ساكرامنتو في ولاية كاليفورنيا، ما يكفي من الكهرباء لسدّ حاجات ١٠٠٠ منزل.

المؤسّسات التجاريّة والصناعيّة

إكتشف الكثير من الشركات أنّ السبب بتلوث أقلّ مفيد للأعمال. وقد وجد بعض هذه المؤسّسات أنّ تخفيض التلوث يحسّن صورتها لدى الجمهور ويوفّر عليها المال. وطوّرت شركات أخرى منتجات أو مستوعبات وغلافات غير مضرّة بالبيئة لتلبية رغبات المستهلكين. وتقوم مؤسّسات أخرى بتطوير أنظمة لضبط التلوث، إذ تعتبر أنّ القانون سيجبرها على ذلك قريباً على أيّة حال. ويحدّد بعض الشركات التلوث لأنّ الأشخاص الذين يديرونها يرغبون في ذلك.

في الماضي، كان التخلّص من النفايات عمليّة غير مكلفة بالنسبة لمعظم المؤسّسات. أمّا اليوم، فإنّ المواقع القانونيّة المخصّصة لطرح النفايات تقلّ يوماً بعد يوم، ويتطلّب استعمالها كلفة عالية. لذلك، فقد وجد الكثير من المؤسّسات سببلاً لإنتاج كميّة أقلّ من النفايات. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يستعمل الصناعيون حدّاً أدنى من التغليف ويختاروا موادّ للتغليف قابلة لإعادة التدوير. وعندما يكون التغليف خفيفاً، يستعمل الموزّعون كميّة أقلّ من الرقود لنقل المنتجات، إضافة إلى أنّ المستهلك يرمي كميّة أقلّ من المستوعبات أو الغلافات، وينتج كميّة أقلّ من القمامة.

ويخصّص الكثير من المؤسّسات في أشكال مختلفة من معالجة التلوث. ويُوقّع أن تصبح الأعمال التي تهتمّ بتخفيف التلوث وإزالته، إحدى أسرع الصناعات نموّاً في المستقبل. فعلى سبيل المثال، إنّ بعض الشركات المتخصصة

طير قتله التلوث بالنفط



ويبحث أيضاً العلماء والمهندسون في سبل توليد الكهرباء بكلفة أقلّ من مصادر طاقة قابلة

للتجديد مثل الريح والشمس، والتي لا تسبّب أيّ تلوث يذكر أو أيّ تلوث على الإطلاق. وتؤمن اليوم حقول واسعة من الطواحين الهوائيّة معروفة بمزارع الريح، حوالي ١٪ من الكهرباء في كاليفورنيا وأكثر من ٢٪ في الدانمارك. وتحول

مصنع أسبستوس في بحيرة سايريور شمال ولاية ميشيغان الأمريكية
رُفَلاحظ الدخان المتصاعد وهو السبب الرئيسي لمرض سرطان الرئة.





▲ مصنع سكر

▼ معمل فولاذ في نونافا سكوتشا



الطاقة والمواد الخام، كما أنّها تمتع التلوث. يمكن إعادة تدوير الكثير من النفايات المختلفة. وتشمل النفايات التي يُعاد تدويرها عادة، علب المحفوظات المعدنية والزجاج والورق والمستوعبات البلاستيكية والعلجات القديمة. ويمكن إذابة العلب المعدنية واستعمال المعدن لصنع علب جديدة. كما يمكن سحن الزجاج واستعماله لصنع مستوعبات جديدة، أو استعماله كبديل للرمل في رصف الطرقات. ويمكن أيضاً إعادة معالجة الورق لصنع منتجات ورقية مختلفة. أمّا المواد البلاستيكية فتدوّب، وتُصنع منها ألواح بلاستيكية تُستعمل لإنشاء السيارات وظهر المراكب والمقاعد والأرضيات. ويمكن حرق عجلات السيارات القديمة لتوليد الطاقة أو تمزيقها، وإضافتها إلى الإسفلت، أو تدويرها وقولبتها لتشكيل منتجات مثل الحصائر وتجهيزات ملاعب الأطفال.

إنّ أهم طريقة يمكن أن يعتمدها الناس لمكافحة التلوث هي إطلاعهم، إلى أقصى حدّ ممكن، على كيفية تأثير أعمالهم وأنشطتهم في البيئة. عند ذلك، يصبحون قادرين على القيام بالحيارات الذكيّة التي تحدّ من الأضرار التي تلحق بالكوكب.

طبقة الأوزون

طبقة الأوزون منطقة من الغلاف الجويّ بين ١٩ و٤٨ كم فوق سطح الأرض. يتركّز الأوزون في هذه الطبقة بما يصل إلى ١٠ أجزاء في المليون وهو يتكوّن بفعل تأثير نور الشمس على الأوكسجين. وهذه العمليّة تجري منذ ملايين السنين، ولكن يظهر أنّ المركّبات النتروجينية الطبيعية الموجودة في الجو قد أبطت تركّز الأوزون في مستوى ثابت إلى حدّ ما. إنّ وجود الأوزون يمثل هذا التركيز المرتفع عند مستوى سطح الأرض يشكل خطراً على صحّة الإنسان، ولكن طبقة الأوزون مهمّة جدّاً لأنها تحمي الأرض من قوّة أشعّة الشمس فوق البنفسجية التي تتسبّب بمرض

تأثير متزايد في وضع السياسات البيئية. ومن الدول التي تقوم فيها أحزاب بيئية، نذكر أستراليا والنمسا وألمانيا وفنلندا وفرنسا ونيوزيلاندا وإسبانيا والسويد.

الجهود الفردية

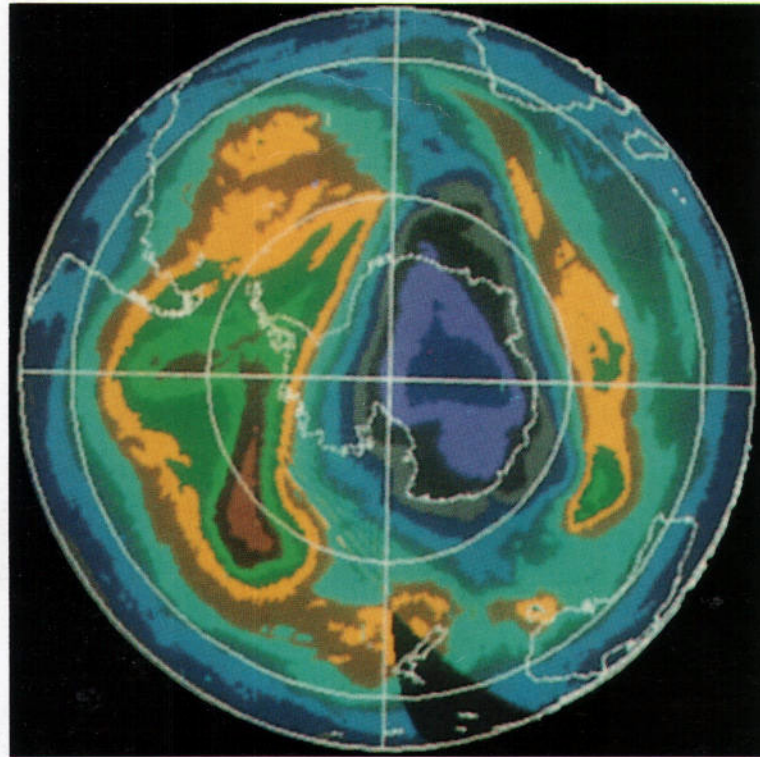
إنّ إحدى أهم الطرق التي يمكن للفرد أن يخفّف بها التلوث هي في الحفاظ على الطاقة. ويخفّف الحفاظ على الطاقة تلوث الهواء الناتج عن محطات توليد الطاقة. ويؤدّي، أيضاً، انخفاض الطلب على النفط والفحم إلى حدوث عدد أقلّ من تسريبات النفط، وإلى تراجع تدمير الأراضي التي تحتوي على الفحم. ويعتبر التقليل من قيادة السيارة إحدى أفضل الطرق للحفاظ على الطاقة وتجنّب تلوث الهواء. ويمكن أن يوفّر الناس استهلاك الكهرباء عن طريق شراء لمبات وأدوات كهربائية أكثر فعالية. فعلى سبيل المثال، إنّ المبات الفلورية الصغيرة لا تستعمل سوى ٢٥٪ من كمّيّة الكهرباء التي تستعملها المبات المتوهّجة التقليدية. ويمكن أن يحافظ الناس أيضاً على الطاقة باستعمال الأدوات الكهربائية بشكل أقلّ، وإطفاء الأدوات والأنوار عند عدم استعمالها، وضبط ترموستات المنزل على ٢٠ مئويّة أو تحميها في الشتاء، وعلى ٢٦ مئويّة أو فوقها في الصيف. وعلاوة على ذلك، فإنّ المباني المجهّزة بنوافذ معالجة خصيصاً ومادّة عازلة فعّالة، تحتاج إلى كمّيّة أقلّ بكثير من الوقود أو الكهرباء للتدفئة أو التبريد ممّا تحتاجه المباني غير المجهّزة على هذا النحو.

ويستطيع الناس أيضاً شراء منتجات غير مضرّة للبيئة. فعلى سبيل المثال، تستطيع الأثر المساهمة في تخفيف تلوث الماء باستعمال كمّيات أقلّ من موادّ التنظيف السامة، وبالتخلّص بطريقة سليمة من المنتجات السامة التي لا تستعملها. وإذا رفض المستهلكون شراء منتجات مضرّة، يتوقّف الصناعيون عن صنعها. ويستطيع الناس المساهمة أيضاً في تخفيف التلوث، بأكل كمّيّة أقلّ من اللحم. يستعمل المزارعون كمّيات كبيرة من الأسمدة والمبيدات لزرع الحبوب التي تتعدّى بها الماشية والدجاج. وإذا توجه الناس إلى أكل كمّيّة أقلّ من اللحم والمزيد من الحبوب والبقول والخضر، سيقبّل المزارعون من كمّيّة الأسمدة والمبيدات التي يستعملونها. وقد اعتاد الناس أيضاً على طلب الفواكه والخضر ذات الشكل المثاليّ والحالية من أيّ خدوش أو شوائب؛ ويحصل المزارعون على مثل هذه الفواكه والخضر باستعمال كمّيات كبيرة من المبيدات. وإذا قبل المستهلكون بمنتجات تحمل شوائب أو لطخات خفيفة، يصبح بإمكان المزارعين تخفيض كمّيّة الموادّ الكيميائية التي يستعملونها.

وتُعتبر إعادة استعمال المنتجات إحدى أسسط الطرق التي يستطيع بها الأفراد تجنّب التلوث. فعلى سبيل المثال، إنّ بعض مورّدي الحليب يستعمل قناني زجاجيّة بدلاً من علب الكرتون. ويمكن إعادة ملء الزجاجات واستعمالها من جديد. ويستطيع الناس إعادة استعمال أكياس الورق أو البلاستيك القديمة لحمل الحاجيات أو احتواء القمامة. وعندما يعيد الناس استعمال المنتجات، يتجنّبون التلوث المرتبط بصنع منتج جديد، والتلوث الذي ينتج عن رمي المنتج.

وتشكّل إعادة التدوير طريقة أخرى لإعادة استعمال المواد. ويملك الكثير من المدن والبلدات برامج إعادة تدوير. وتسمح إعادة التدوير بحفظ تأثير متزايد في وضع السياسات البيئية. ومن الدول التي تقوم فيها أحزاب بيئية، نذكر أستراليا والنمسا وألمانيا وفنلندا وفرنسا ونيوزيلاندا وإسبانيا والسويد.

ويستطيع الناس المساهمة أيضاً في تخفيف التلوث، بأكل كمّيّة أقلّ من اللحم. يستعمل المزارعون كمّيات كبيرة من الأسمدة والمبيدات لزرع الحبوب التي تتعدّى بها الماشية والدجاج. وإذا توجه الناس إلى أكل كمّيّة أقلّ من اللحم والمزيد من الحبوب والبقول والخضر، سيقبّل المزارعون من كمّيّة الأسمدة والمبيدات التي يستعملونها. وقد اعتاد الناس أيضاً على طلب الفواكه والخضر ذات الشكل المثاليّ والحالية من أيّ خدوش أو شوائب؛ ويحصل المزارعون على مثل هذه الفواكه والخضر باستعمال كمّيات كبيرة من المبيدات. وإذا قبل المستهلكون بمنتجات تحمل شوائب أو لطخات خفيفة، يصبح بإمكان المزارعين تخفيض كمّيّة الموادّ الكيميائية التي يستعملونها.



يسبّن هذا الرسم فجوة الأوزون

يبتكر العلماء والمزارعون طرقاً لزراعة المحاصيل تتطلب قدرّاً أقلّ من الأسمدة والمبيدات. ويزرع الكثير من المزارعين محاصيلهم على نحو متعاقب، سنة بعد سنة، لخفض الحاجة إلى الأسمدة الكيميائية. وتساعد زراعة الذرة والقمح والمحاصيل الأخرى على نحو متناوب مع البقول، مثل الفصيفضة وفول الصويا، على تجديد النتروجين الذي تخسره التربة. وتساعد، أيضاً، زراعة المحاصيل على نحو متعاقب على السيطرة على الآفات والأمراض عند النبات. ويستعمل بعض المزارعين السماد الخليط وأسمدة أخرى، أقلّ ضرراً للتربة من غيرها. وعوضاً عن رشّ المحاصيل بمبيدات مضرّة، يكافح بعض المزارعين الحشرات المضرّة بإطلاق حشرات أو جرّاثيم معيّنة تقتات الحشرات المضرّة. ويطوّر العلماء، أيضاً، بواسطة الهندسة الجينية نباتات مقاومة لحشرات معيّنة.

يستعمل بعض المزارعين تعاقب المحاصيل وأعداد الحشرات المضرّة الطبيعيين مع كمّيّة ضئيلة من المبيدات الكيميائية، ولا يستعملون هذه المبيدات إلّا عندما يكون تأثيرها عند الحدّ الأشدّ فعالية.

المنظّمات البيئية

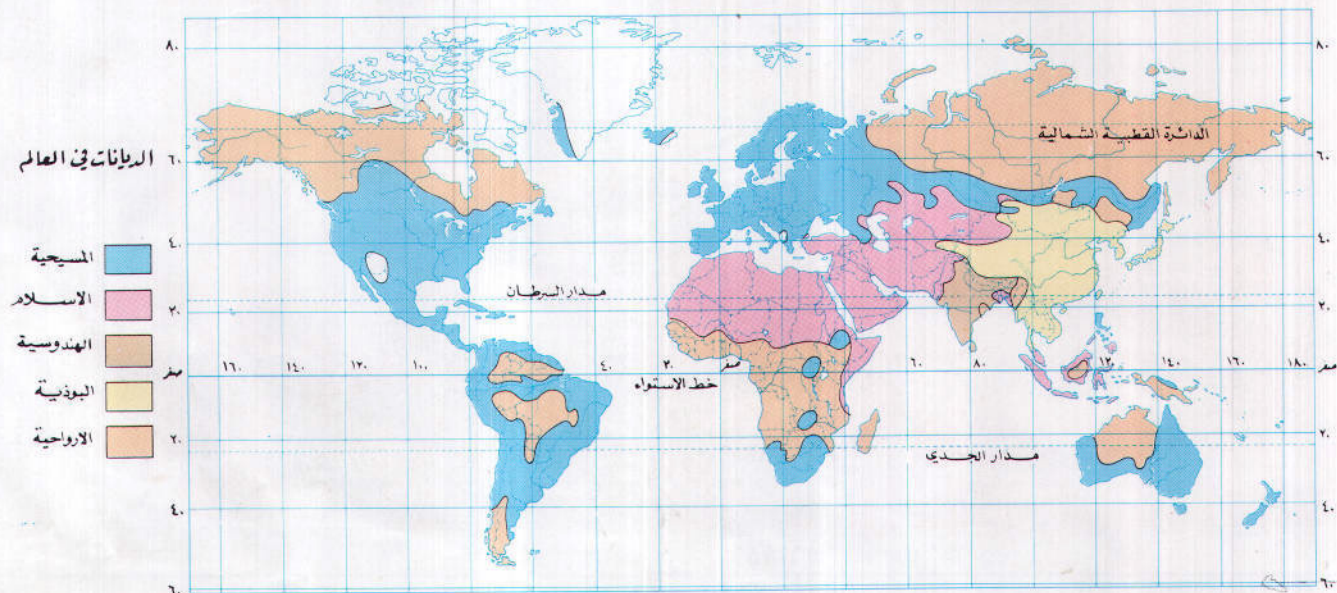
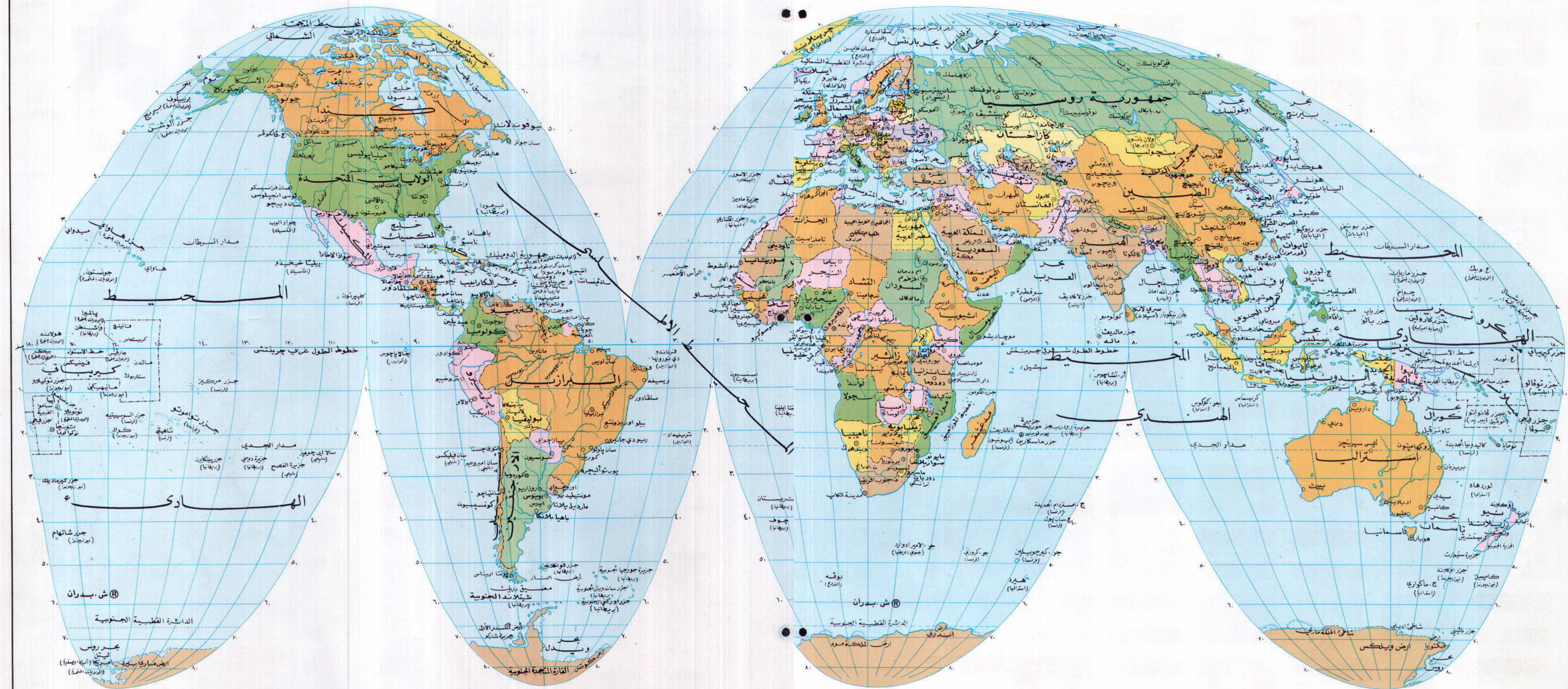
تعمل المنظّمات البيئية للسيطرة على التلوث بأنّ تحاول التأثير في المشرّعين وانتخاب القادة السياسيين المهتمّين بالبيئة. ويجمع بعض المجموعات المال لشراء مساحات من الأراضي وحمايتها من الاستعمال التجاريّ أو الصناعي. وتدرس مجموعات أخرى تأثيرات التلوث في البيئة، وتخلّق أنظمة للوقاية من التلوث ومعالجته. وتستعمل هذه المجموعات النتائج التي تتوصّل إليها، لإقناع الحكومات والمؤسسات الصناعية بضرورة الوقاية من التلوث أو تخفيفه. وتنتشر أيضاً المنظّمات البيئية مجلات...، لإقناع الناس بضرورة الوقاية من التلوث.

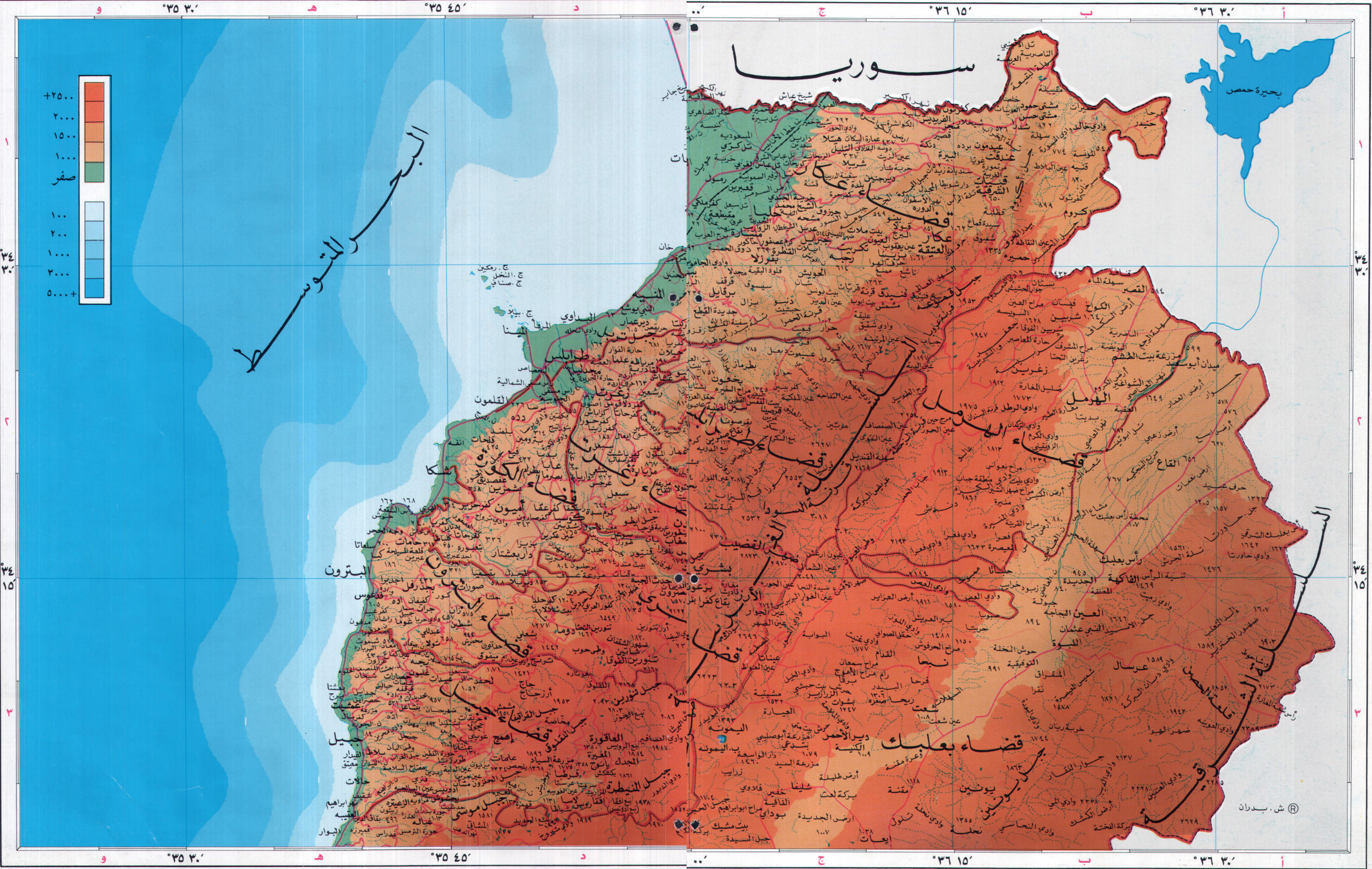
وقد نشأت أحزاب سياسية تمثّل الإهتمامات البيئية في الكثير من الدول الصناعية، وكثيراً ما تُعرف هذه التنظيمات بالأحزاب الخضر. وكان لهذه الأحزاب

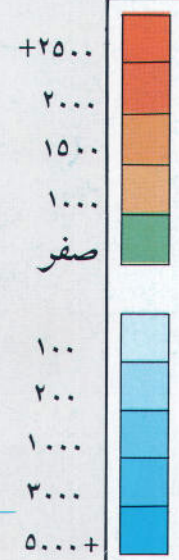
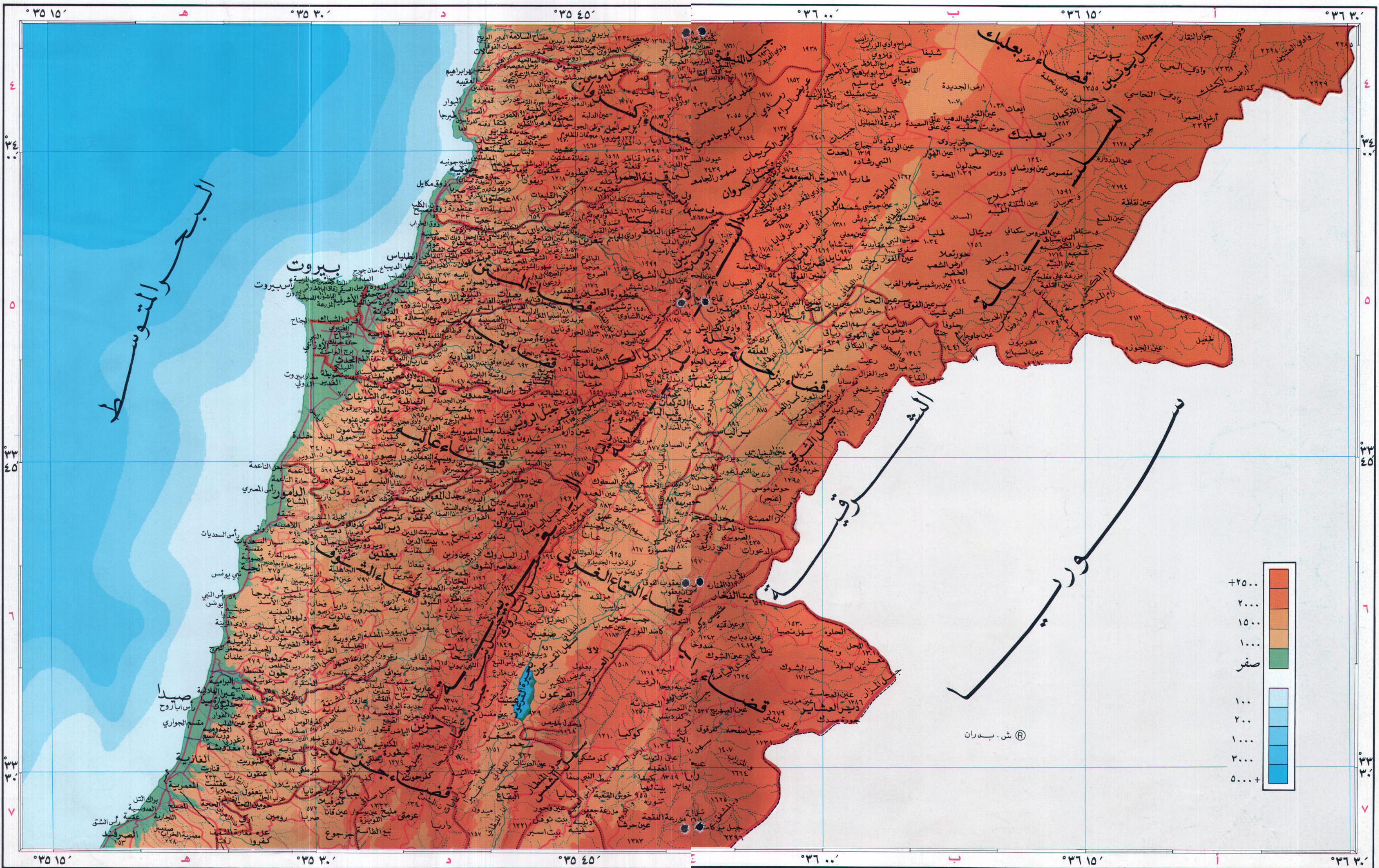


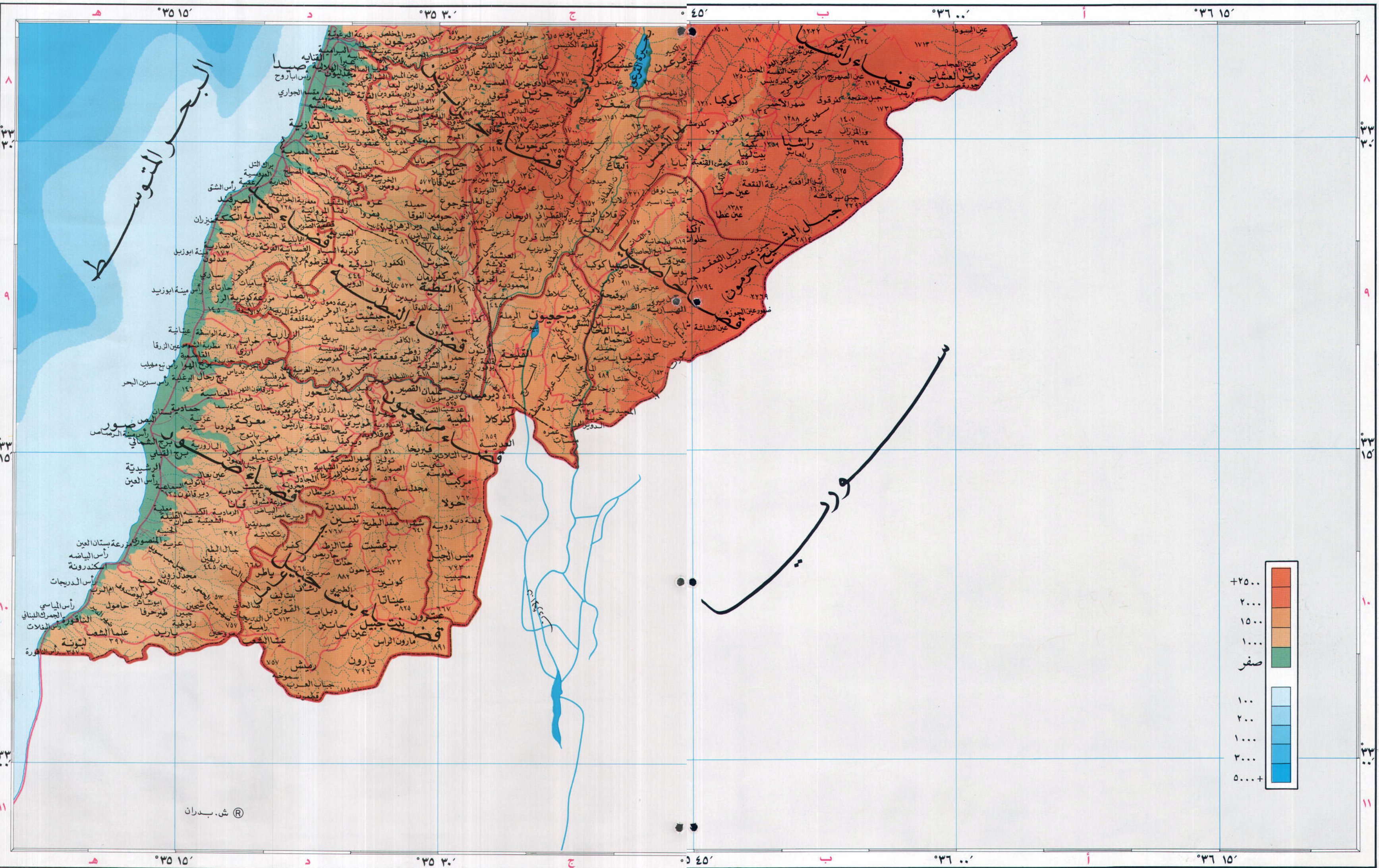
المؤسسات والمنظمات الدولية













سوريا: قلعة رومانية قرب نهر الفرات.



سوريا: آثار معبد بعل.

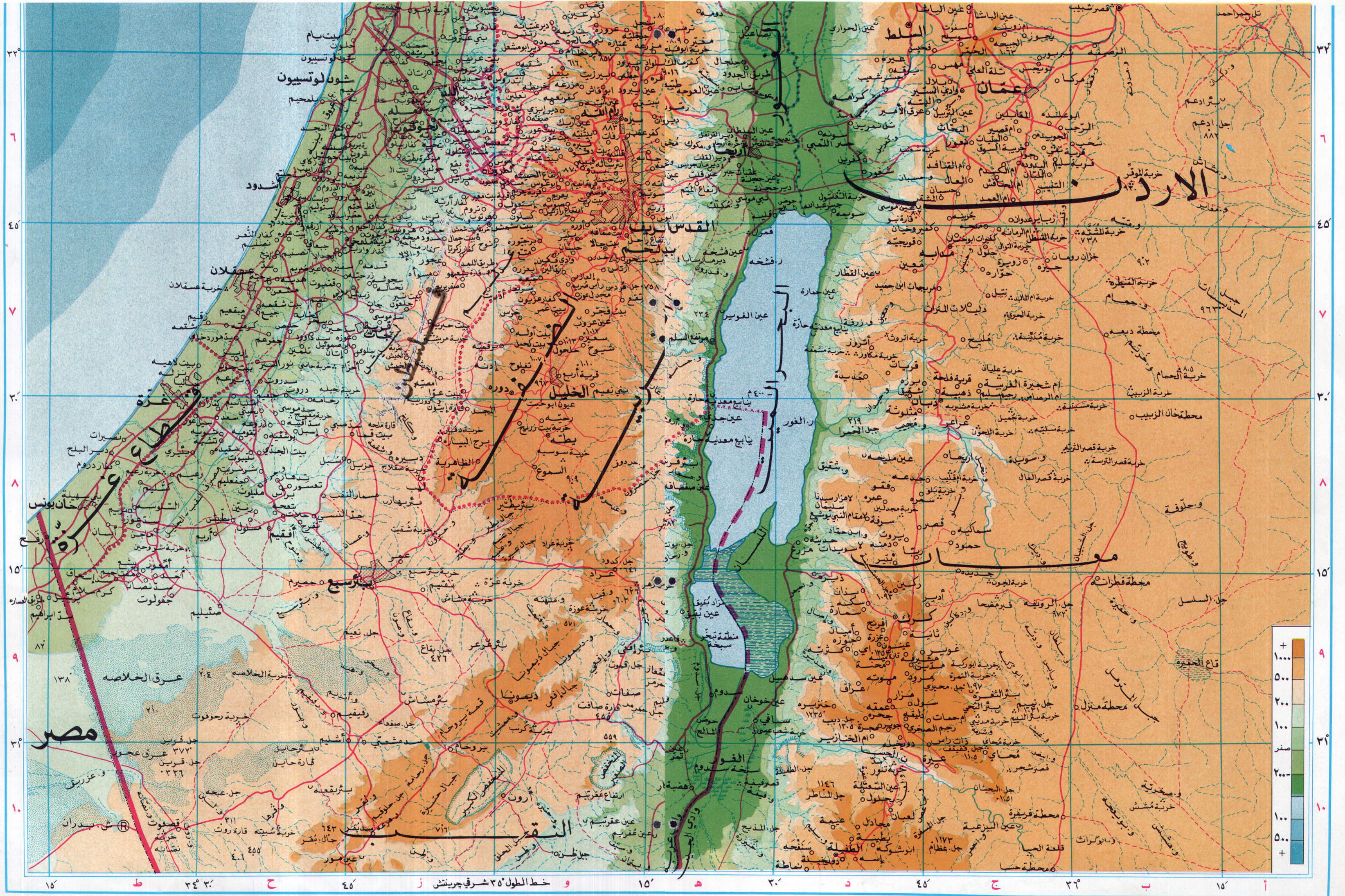


الأردن: قلعة الصليبيين في مدينة كرك.



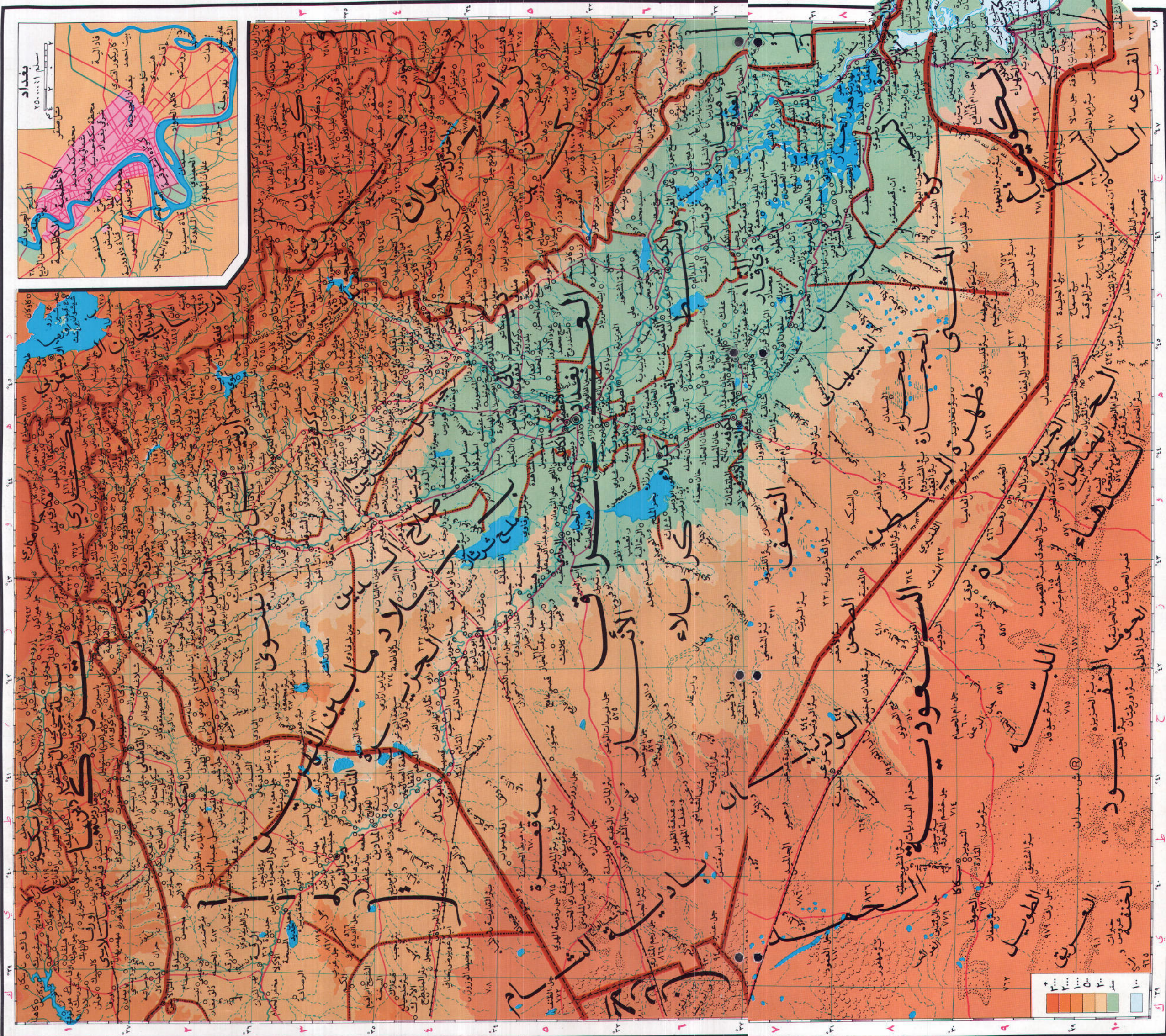
الأردن: قصر الأزرق.





الجمهورية العراقية

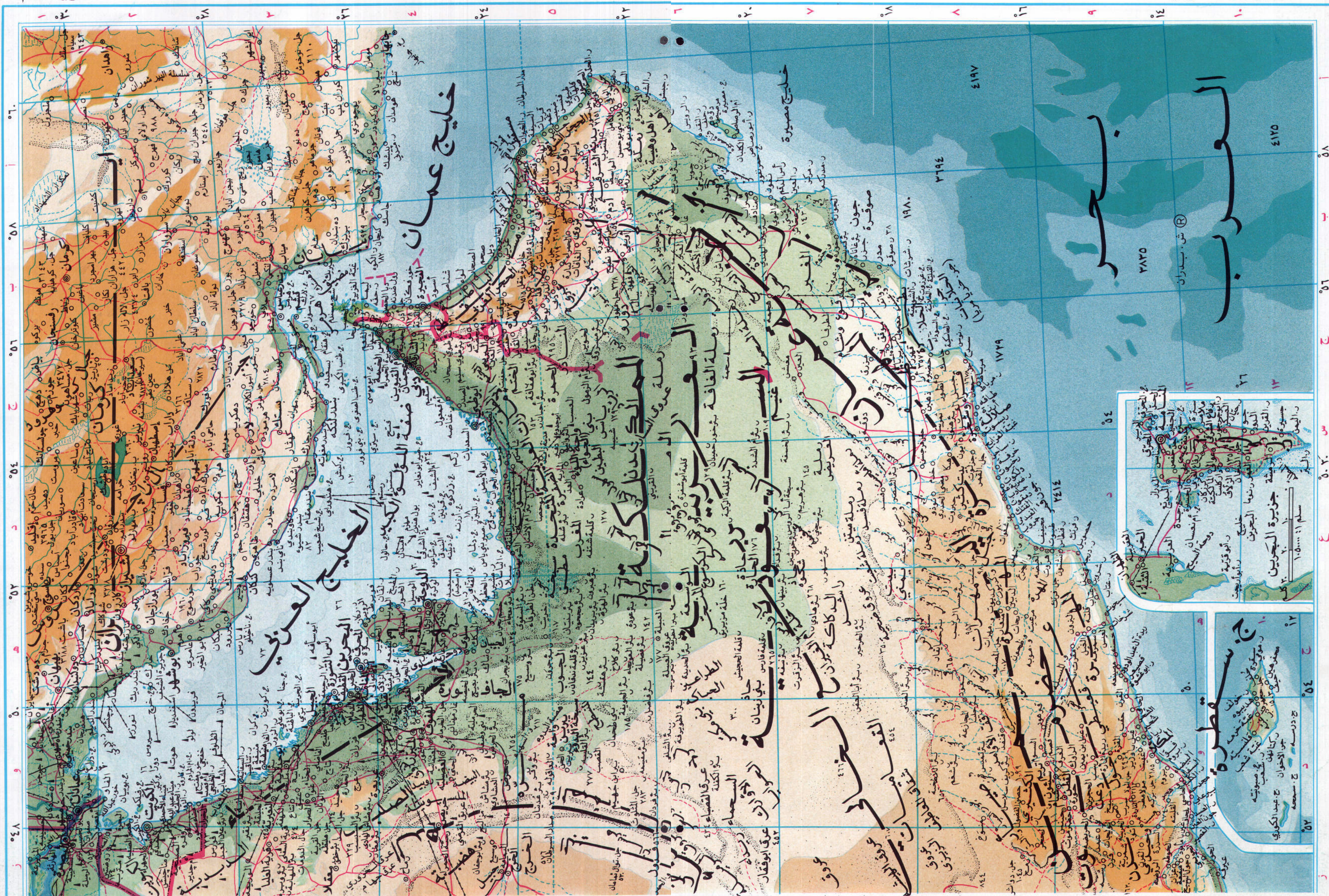
خريطة رقم ٤

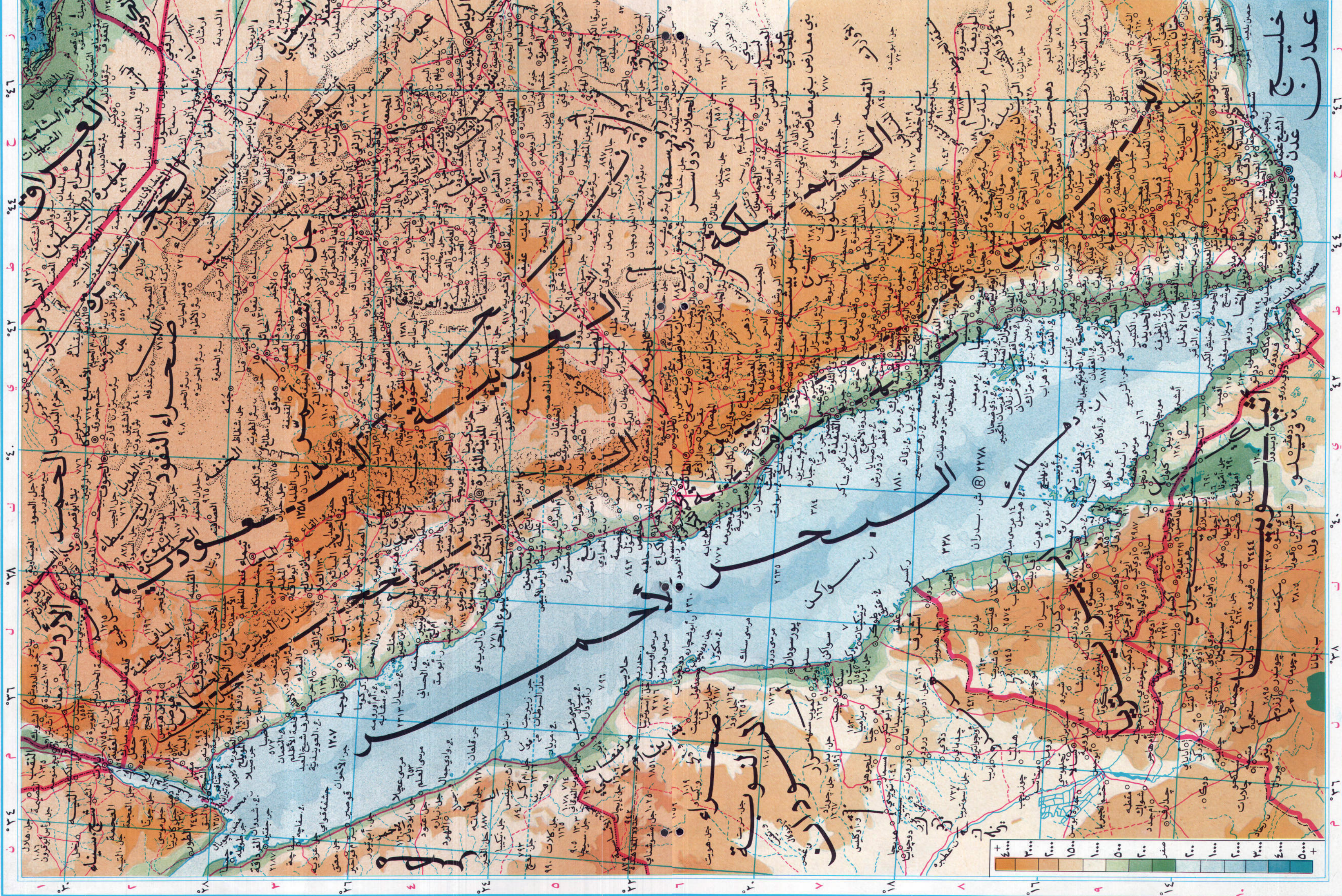


العراق: مقام الإمامين في الكاظمية، بغداد.

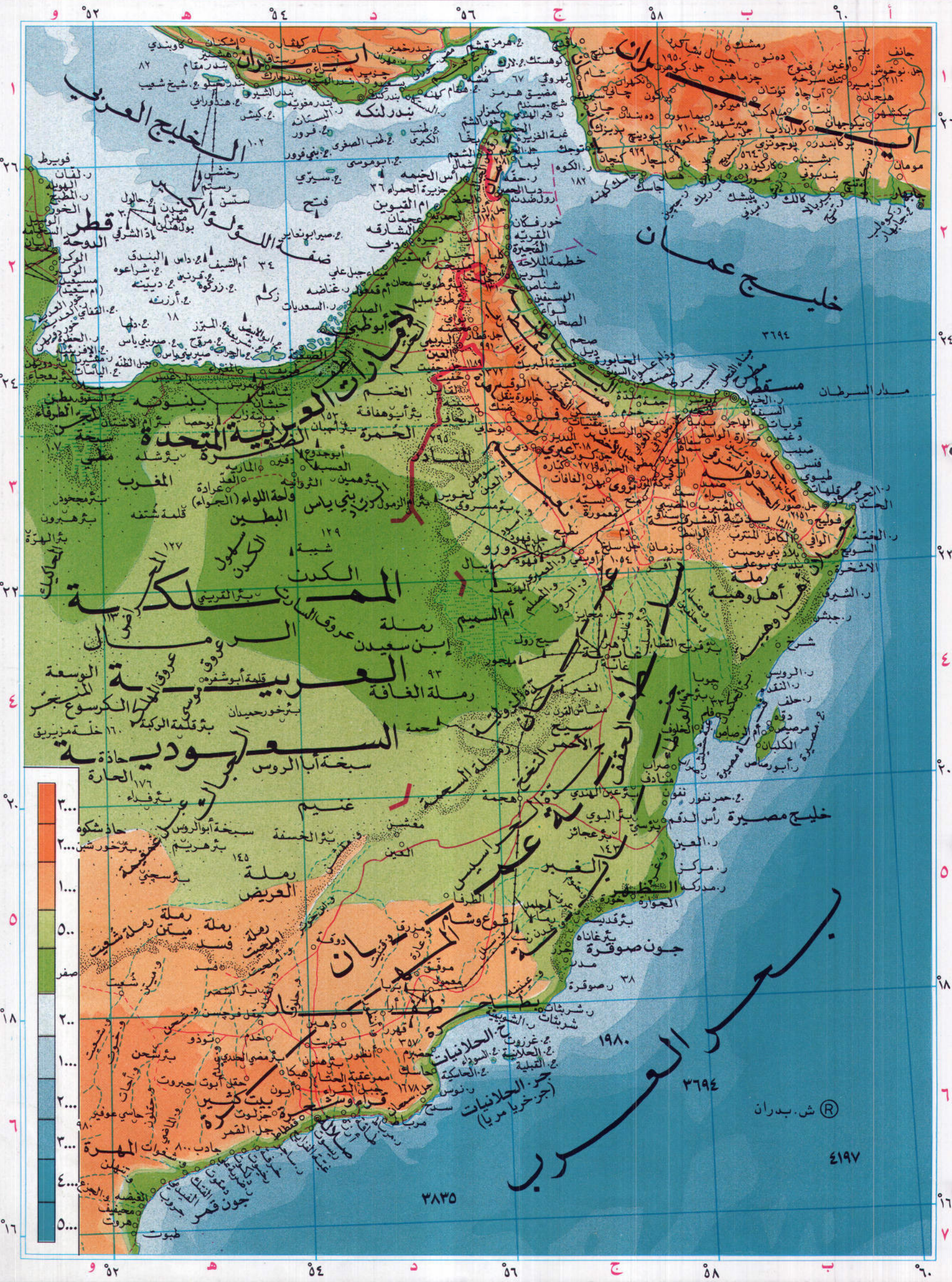


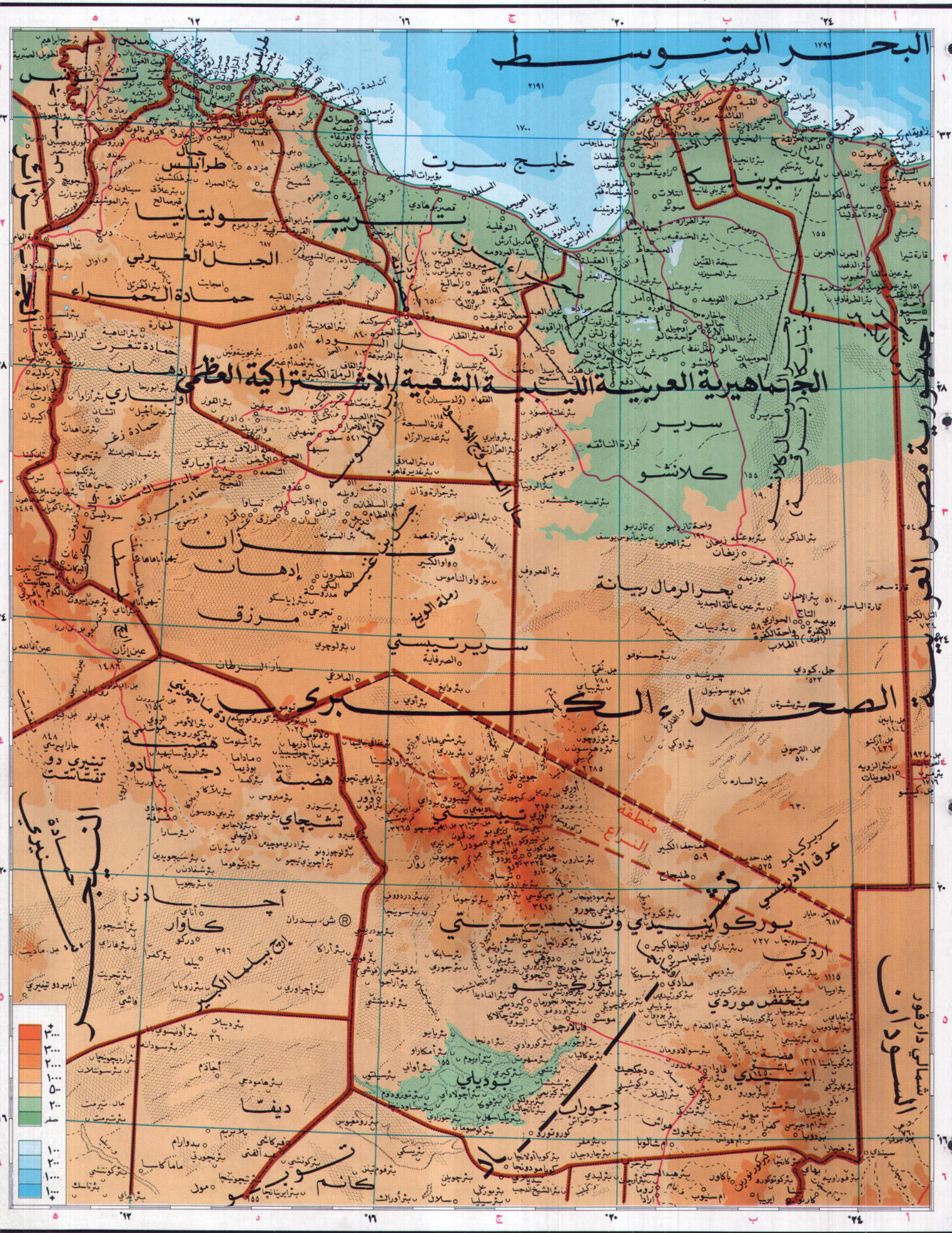
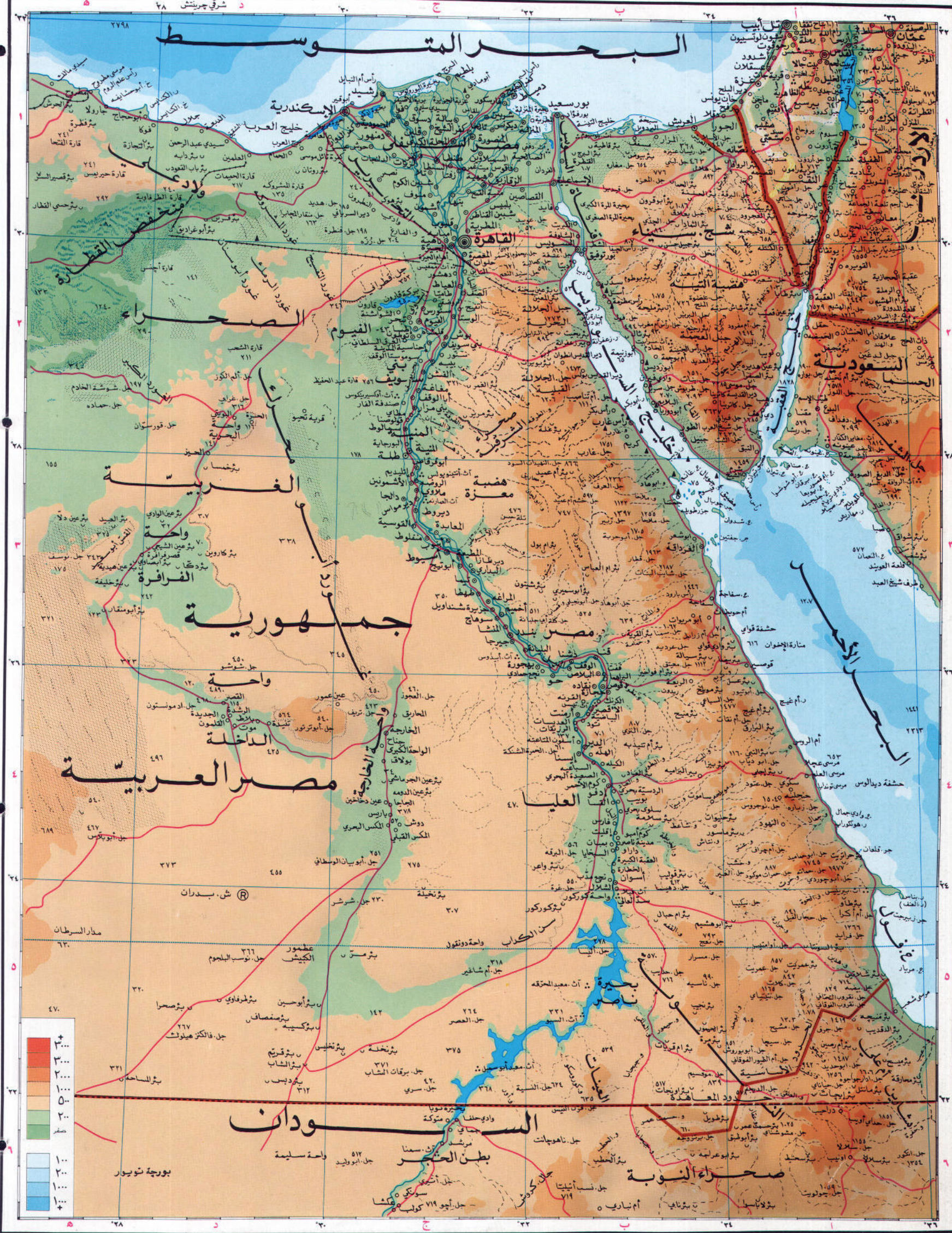
العراق: مشهد لاحتراق الغاز الطبيعي في الليل.















آسيا

آسيا هي أكبر قارات العالم السبع، وتقع بمجملها تقريباً في النصف المملّحة بها حوالي ثلث مساحة اليابسة الإجمالية. وتشكل شعوب آسيا يعتبر معظم الجغرافيين أن حدود آسيا تتمثل في الشمال بالحيط المتهدىء، وفي الجنوب بالحيط الهندي، وفي الجنوب الغربي بالبحر الإصطلاحية بين أوروبا وآسيا عند جبال الأورال، وتمتدّ جنوباً على طول طول جبال القوقاز إلى البحر الأسود. ويجمع بعض الجغرافيين أوروبا وآسيا إلى أنّ بعض بلدان غرب آسيا، كتركيا مثلاً، يندمج بشكل تدريجيّ غ يمتد البر الرئيسيّ الآسيويّ من الطرف الجنوبيّ لشبه الجزيرة الماليزية إلى شمال غرب تركيا النقطة الواقعة في أقصى الغرب من القارة، فيما يشكّل في أقصى الشرق. ويبلغ أقصى عرض للقارة من الشرق إلى الغرب حوالي نقطة على سطح الأرض، أيّ شاطئ البحر الميت (٤٠٠ متر تحت سطح سطح البحر).

إلى جنوب البر الرئيسيّ، تقع في المحيط الهنديّ جزيرة سري لانكا والأندامان ونيكوبار. وإلى الجنوب الشرقيّ، نجد عدداً كبيراً من الأرخيب وتشمل هذه الجزر الجزر الأندونيسية، ومنها جاوا وسوماترا وسيليبس (سوماليددة ضمن حدود أندونيسيا، ما جعل الجغرافيين يعتبرونه في بعض الأ من أوقيانيا. ومن الجزر الآسيوية الواقعة إلى الجنوب الشرقيّ من البر الرئيسيّ ومينداناو. وإلى الشمال منها، تقع تايوان وجزيرة هاينان الصينية وجزر نظراً لمساحتها الشاسعة وطبيعتها المتنوّعة، تُقسم آسيا إلى خمس مناطق وكوريا واليابان؛ جنوب شرق آسيا، وتشمل ميانمار (بورما) وتايلاندا وأندونيسيا وبروناي والفلبين؛ وجنوب آسيا، وتشمل الهند وبنجلادش وغرب آسيا، وتشمل أفغانستان وإيران والعراق وتركيا وسوريا ولبنان وفلسطين في شبه الجزيرة العربية. وتُعتبر أيضاً أغلبية دول جنوب غرب آسيا جزءاً من تشمل تركيا وقبرص ومصر. ويُعتبر أحياناً كلّ من أفغانستان ونيانمارج الأراضي الروسية الواقعة شرق جبال الأورال (آسيا الروسية) ومن دول آسيا السوفييتي، وهي كازاخستان وكيرغيزستان وتاجيكستان وتوركمينستان ويمكن تقسيم القارة أيضاً إلى منطقتين ثقافيتين واسعتين: منطقة تسيطر ف وجنوب آسيا) ومنطقة لا تغطي فيها هذه الثقافة (جنوب غرب آسيا وآسيا الهائلاً داخل كلّ من المنطقتين.

البيئة الطبيعية

نظراً إلى كونها أكبر القارات السبع، تحتوي آسيا على أكثر المعالم الطبيعية عالية وهضاباً شاسعة وأحواض أنهار مهية وبحيرات وبحاراً داخلية. تحت القارة. وتقع في أقصى الشمال المناطق السيبيرية الهضبية الشاسعة وأجسام الصين في شكل قوس حول الحافة الشرقية للقارة، وتخرقها أنهار كبيرة مثل الديكان على الأراضي الهندية. إلى الغرب، تقع الجزيرة العربية، وإلى الشرق

التاريخ الجيولوجي

وفقاً لنظرية تكوينية الصفائح، تتألف القشرة الأرضية من صفائح قارية مستمرة فتحت بعضها البعض ويدفع بعضها بعضاً؛ وهي تزيح مسافة صغ أكبر الصفائح على الإطلاق، وتتألف من بعض أقدم الصخور على الأرض مليارات سنة و٥٧٠ مليون سنة خلت. ويمكن إيجاد هذه المواد القديمة اليوم وفي الهند جنوب نهريّ الهندوس والجانج.

غطى بحر هائل، يُعرف باسم تيثيس، القسم الأكبر من داخل أوراسيا في مليون إلى ٦٥ مليون سنة خلت. تكوّنت طبقات سميكّة من الرواسب على الصخرية التي تشكّل المعالم الجيولوجية التي نراها اليوم.

إنفصلت شبه القارة الهندية عن الطرف الجنوبيّ الشرقيّ للصفحة القارية القارة باتجاه الشمال الشرقيّ، واصطدمت بالصفحة الأوراسية الأكبر ح تصادم يخلق «منخفض» ضخم امتلأ تدريجياً بالرواسب وأصبح السهل هائلاً على الحافة الجنوبية للصفحة الأوراسية، ما تسبّب بتغطّش هذه المنطقة جبال الهيمالايا، أعلى مجموعة جبلية في العالم.

زاحت صفحة المحيط الهادىء باتجاه الغرب، فاحتكت بالصفحة الأور ذلك إلى ظهور جزر اليابان وتايوان والكوريل واليو كيو والفلبين. يقع ج

الأوراسية وصفيحة المحيط الهادىء وصفيحة المحيط الهنديّ. مع الوقت، أدّى الاحتكاك بين هذه الصفائح إلى تكوين السلاسل الجبلية في البرّ الرئيسيّ لجنوب شرق آسيا. وتتسبّب الحركة البطيئة والمستمرة للصفائح بالاحتكاك وعدم الاستقرار عميقاً تحت سطح الأرض، ما يؤدّي إلى ظهور البراكين وحدوث الزلازل.

المياه والجزر المحيطية

تحدّ المحيطات قارة آسيا من ثلاث جهات: المتجمّد الشماليّ في الشمال، والهادىء في الشرق، والهنديّ في الجنوب. ويحفر الكثير من البحار والمحالجان الخطّ الساحليّ للقارة، الذي يمتدّ على طول ٥٣,٠٠٠ كيلومتر تقريباً.

إنّ أهمّ البحار الواقعة على طول الحدود الشمالية الشرقية لآسيا هي بحر بيرنج في أقصى الشمال بين آسيا وأميركا الشمالية؛ وبحر أوخوتسك، الواقع غربيّ شبه جزيرة كامتشاتكا وشمال جزر كوريل؛ وبحر اليابان (البحر الشرقيّ)، الذي يملأ الحيّز بين اليابان وبرّ آسيا الرئيسيّ؛ والبحر الأصفر الممتدّ بين الصين وكوريا. وتصلطّف جزر كوريل وجزر اليابان الرئيسيّة – هوكايدو وهونشو وشيكوكو وكيوشو – وتايوان في خطّ يمتدّ من الشمال إلى الجنوب.

يحازي بحر الصين الجنوبيّ جنوب شرق آسيا، ويصل البلدان الواقعة على البرّ الرئيسيّ بالفلبين وأندونيسيا. يقع خليج تونكين بين فييتنام وجزيرة هاينان الصينية، بينما يفصل مضيق مالاکا الضيّق جزيرة سوماترا الأندونيسيّة عن شبه الجزيرة الماليزيّة. وتقع جزيرة جافا في الجهة الأخرى من بحر جافا قبالة جزيرة بورنيو، التي هي ثالث أكبر جزيرة في العالم بعد جرينلاند وغينيا الجديدة. إلى الجنوب الشرقي من بورنيو، يمتدّ بحر تيمور الذي يفصل جزيرة تيمور الآسيويّة عن قارة أستراليا.

تقع شبه الجزيرة الهندية بين خليج البنجال من الشرق وبحر العرب من الغرب. وتنتشر جزيرة سري لانكا وجزر المالديف ونيكوبار الأصغر حجماً إلى جنوب شبه الجزيرة الهندية.

يشكّل خليج عدن (على بحر العرب) والبحر الأحمر والبحر المتوسّط والبحر الأسود قوساً على طول الحافة الغربيّة لآسيا، توفّر حدوداً طبيعيّة مع أفريقيا وأوروبا. وتؤمّن قناة السويس، وهي مجرى مائي اصطناعي تمّ شقّه في أواسط القرن التاسع عشر، طريقاً للسفن بين البحر المتوسّط والبحر الأحمر. ويوفّر الخليج العربيّ منفذاً على بحر العرب لكلّ من المملكة العربيّة السعوديّة والعراق والكويت.

السهول والصحاري

تشغل السهول في آسيا مساحة أكبر من أيّ نوع آخر من المعالم الطبيعيّة. ويتكوّن القسم الأكبر من المناطق الغربيّة والشماليّة الشرقيّة في آسيا الروسيّة من السهول. ومن السهول الكبيرة الأخرى، نجد سهليّ نهريّ دجلة والفرات في جنوب غرب آسيا، وسهل نهر الجانج في شمال الهند، وسهل نهر الميكونج في جنوب شرق آسيا، وسهل نهر يانج تسي كيانج في الصين.

تمتدّ الصحاري في الجزء الداخليّ من آسيا شمال جبال الهيمالايا وفي أجزاء كبيرة من جنوب غرب آسيا، لا سيّما في شبه الجزيرة العربيّة. وتمتدّ الصحراء السوريّة، وهي هضبة تنتشر فوقها الصخور والحصى، في جنوب سوريا وشمال شرق الأردن وغرب العراق. وعلى مسافة إلى الجنوب، في جنوب المملكة العربيّة السعوديّة، يمتدّ الربع الخالي الذي يشكّل أكبر جسم رمليّ متّصل في العالم. وتنتشر أيضاً صحار واسعة في جميع أنحاء آسيا الوسطى. تحتلّ صحراء كاراكوم «الرمل الأسود» القسم الأكبر من توركمينستان؛ وتشغل صحراء كيزيل كوم «الرمل الأحمر»، التي تقع جنوب شرق بحر آرال، الجزء الجنوبيّ من كازاخستان والجزء الشماليّ من أوزبكستان.

تمتدّ صحراء جوبي شرقاً عبر منجوليا إلى منطقة الحكم الذاتيّ في منجوليا الداخليّة التابعة للصين، وتشكّل هذه الصحراء من هضبة مرتفعة باردة يصل متوسّط ارتفاعها إلى ٩٠٠ متر. إلى الجنوب الغربيّ من صحراء جوبي، تمتدّ صحراء تاكلا ماكان في منطقة الحكم الذاتيّ في شينجيانج ويجور الصينية. وتقع كلتا الصحراويّين في ظلّ المطر بالنسبة لجبال الهيمالايا، التي تصدّ حركة الهواء الرطب القادم من المحيط الهنديّ.

سلاسل الجبال

تتشعّب أكبر السلاسل الجبلية في آسيا بشكل أقواس كبيرة من منطقة پامير في آسيا الوسطى، وهي هضبة تقاطع فيها تادجيكستان وأفغانستان والصين. إلى الجنوب الشرقيّ من پامير، تمتدّ جبال الهيمالايا على طول ٢٥٧٠ كيلومتراً تقريباً من الحدود بين الهند وباكستان في الغرب إلى الحدود بين الهند وميانمار في الشرق. وتقع سلسلة جبال كاراكوروم شماليّ جبال الهيمالايا الغربيّة. تضمّ هاتان السلسلتان الجبليّتان أعلى القمم في العالم – باستثناء قمتين فقط – بما في ذلك جبل ايفيرست، الذي يقع على الحدود بين التبت والنيبال. وتمتدّ سلاسل جبلية أصغر حجماً باتجاه الجنوب من جبال الهيمالايا الشرقيّة إلى قلب شبه الجزيرة الهندية الصينية.

إلى شرق وشمال شرق عقدة پامير، تمتدّ جبال كوين لون والتين شان على أكثر من ١٦٠٠ كيلومتر إلى داخل الصين. إلى الغرب، يمتدّ الهندوكوش إلى وسط أفغانستان. وتمتدّ سلاسل جبليّة متّصلة بالهندوكوش إلى شمال إيران، حيث تُعرف بجبال إلبورز. ويُعرف فرع من الإلبورز بجبال القوقاز بين أوروبا وآسيا.

تمتدّ سلسلة جبليّة منخفضة باتجاه الجنوب الغربيّ من عقدة پامير إلى غرب باكستان، حيث تُعرف

بسلسلة سليمان. وتمتدّ هذه الجبال بعد ذلك باتجاه الشمال الغربيّ عبر إيران وصولاً إلى جنوب تركيا، حيث تُعرف بجبال طوروس.

إنّ السلاسل الجبلية المهمّة الأخرى في آسيا، مثل تلال نان شان الخفيضة في وسط وجنوب الصين، لا تتصل مباشرة بالسلاسل الجبلية العالية التي تلتقي في الپامير.

الهضاب

تقع عدّة هضاب بين السلاسل الجبلية في وسط آسيا. وأعلى هذه الهضاب هي هضبة التبت، التي تُعرف أيضاً «بسطح العالم» وتحدّها جبال كوين لون وجبال الهيمالايا. ويقع أكثر من ١,٢٩٥,٠٠٠ كيلومتر مربع من هذه الهضبة على ارتفاع يتجاوز ٤٣٠٠ متر. وتشكّل هضبة الأناضول في وسط تركيا والهضبة العربيّة والهضبة الأيرانية أهمّ الهضاب في جنوب غرب آسيا. في جنوب آسيا، يتكوّن القسم الأعظم من شبه الجزيرة الهندية من هضبة الديكان الكبيرة المثلثة الشكل. وتمتدّ هضبة يونان على قسم كبير من شبه الجزيرة الهندية الصينية والجزء الجنوبيّ الغربيّ من الصين. وتحتلّ الهضبة السيبريّة الوسطى القسم الأكبر من شمال آسيا الروسيّة.

الأنهار والبحيرات والبحار الداخليّة

يجري الیانج تسي كيانج، أطول نهر آسيويّ، في شرق القارة على طول ٥٤٧٠ كيلومتراً باتجاه الشرق من التبت إلى بحر الصين الشرقيّ. وينبع الهوانج هو (النهر الأصفر) أيضاً من هضاب التبت، ويجري شرقاً عبر وسط الصين إلى مصبه في البحر الأصفر. أمّا الشي جيانج (نهر اللؤلؤ) فينبع في جنوب غرب الصين، ويجري عبر الجزء الجنوبيّ من البلاد في طريقه إلى بحر الصين الجنوبيّ.

في جنوب شرق آسيا، تجري الأنهار الكبيرة باتجاه الجنوب بين السلاسل الجبلية. ينبع الميكونج في شرق التبت، ويجري باتجاه الجنوب الشرقيّ إلى بحر الصين الجنوبيّ. وينبع السالوين أيضاً في التبت، ويجري جنوباً إلى بحر أندامان. وينبع نهر ايراوادي من جبال ميانمار الشمالية، ويصبّ أيضاً في بحر أندامان.

تنبع الأنهار الكبرى في جنوب آسيا من سلسلة جبال الهيمالايا. فينبع الجانج في جبال الهيمالايا الغربيّة، ويجري شرقاً مخترباً الهند. إلى الشمال مباشرة من خليج البنجال، يجتمع الجانج مع نهر براهماپوترا، الذي ينبع من ما وراء الهيمالايا، ثمّ يصبّ في الخليج. ينبثق نهر الهندوس من الطرف الغربيّ للهيمالايا، ويجري عبر جامو وكاشمير وغرب باكستان ليصبّ أخيراً في بحر العرب.

يشكّل دجلة والفرات النهرين الكبيرين الوحيدين في جنوب غرب آسيا. وينبع هذان النهران في تركيا، ويجريان جنوباً عبر سوريا للوصول إلى العراق حيث يلتقيان قبل أن يصبّا في الخليج العربيّ. إنّ الأوب والينسي واللبنا هي أطول ثلاثة أنهار في آسيا الروسيّة، وتجاوز جميعها ٣٢٠٠ كيلومتر في الطول. تنبع هذه الأنهار في جنوب سيبيريا، وتجري شمالاً لتصبّ في المحيط المتجمّد الشماليّ. تشهد أحواض الأنهار في آسيا الاستوائية والمعتدلة أعلى الكثافات السكانيّة على الاطلاق. فالسهل الهنديّ الجانجيّ، الذي يقع بين جبال الهيمالايا وهضبة الديكان؛ وأحواض الإيراوادي والميكونج والمينام (تشاويريا) في جنوب شرق آسيا؛ وأحواض الأنهار الصينية الكبيرة لا سيّما الیانج تسي كيانج والهوانج هو والشّي جيانج، هي جميعها مناطق تعرف كثافة سكانيّة عالية. وتتميّز هذه السهول بترتبتها الخصبة، كما تُستعمل الأنهار كطرق للنقل.

يصبّ بعض الأنهار الآسيويّة الكبيرة في بحيرات داخليّة. ينبع نهر الأردن في جبال لبنان وسوريا، ويجري جنوباً ليصبّ في البحر الميت، الذي هو بحيرة من الماء المالح تفوق ملوحتها بسبعة أضعاف ملوحة مياه المحيط. ويشكّل سطح البحر الميت، الواقع على ٤٠٠ متر تحت مستوى سطح البحر، أدنى نقطة على اليابسة. يفزّع نهر السيرداريا ونهر الأموداريا (في وسط آسيا) مياهما في بحر آرال، الذي هو أيضاً بحيرة من الماء المالح. منذ الستينات، تسبّب تحويل كمّيّة كبيرة من المياه من السيرداريا والأموداريا لأغراض الريّ بتقلّص بحر آرال إلى نصف حجمه السابق. في ١٩٨٨، انقسمت البحيرة إلى جزعين مشكّلة بحر آرال الكبير، الذي يتلقّى مياه الأموداريا، وبحر آرال الصغير، الذي يصبّ فيه السيرداريا. وقد أدّى أيضاً انخفاض كمّيّة الماء الواردة إلى رفع محتوى البحيرة من الملح. يشكّل بحر قزوين أكبر بحيرة مالحة في العالم. وتُجد في كازاخستان بحيرة مالحة كبيرة أخرى هي بحيرة بالكاش.

إنّ بحيرة بايكال الواقعة في جنوب شرق سيبيريا هي أعمق بحيرة في العالم وأكبر بحيرة مياه عذبة في آسيا. تشكّل بحيرة تونليه ساب الضحلة الواقعة في غرب كامبودجيا أكبر بحيرة في جنوب شرق آسيا؛ وهي مصدر مريح للأسمالك بالنسبة للسكان المحليين. ويصل حجم بحيرة تونليه ساف إلى ثلاثة أضعاف حجمها العادي بين حزيران وتشرين الأول، عندما تصبّ مياه فيضان نهر الميكونج في البحيرة.

المناخات

يشبه معظم مناخات آسيا مناخات المناطق الساحليّة الشرقيّة والداخليّة من أميركا الشمالية الواقعة على خطوط العرض نفسها. على غرار شمال كندا، يسود المناطق الآسيويّة الواقعة في أقصى الشمال مناخٌ شبه قطبيّ، يميّز بشتاء بارد طويل جداً وصيف معتدل قصير جداً. ويسود المناخ شبه القطبيّ منطقة شاسعة تقع على مسافة معيّنة داخل القارة، وعموماً باتجاه الجنوب. تتميّز هذه المنطقة بعزلتها عن المحيط المتجمّد الشماليّ وقلة تأثرها بالمحيط الهادىء، نظراً إلى

أنّ الرياح السائدة تهبّ من الغرب. وتشهد هذه المنطقة درجات حرارة متطرفة: في فصل الصيف القصير، يمكن أن تصل درجات الحرارة إلى ٣٤ مئوية، وتسجّل هذه المنطقة في فصل الشتاء أدنى درجات حرارة في العالم.

جنوب المناطق المجاورة للقطب الشماليّ، تمتدّ مساحة عريضة من الأرض يسيطر عليها مناخ قاريّ رطب يتميّز بصيف قصير. الشتاء فصل قاس جداً في هذه المناطق، لكنّ أيام الصيف دافئة، أو حارة أحياناً. في روسيا، تمتدّ المنطقة المجاورة للقطب الشماليّ من الحدود مع بولونيا في الغرب إلى سيبيريا في الشرق، وتشمل معظم أراضي البلاد الزراعيّة الخصبة. ويشهد أيضاً شمال الصين ووسط اليابان مناخاً قارياً رطباً، لكنّ فصل الصيف في هاتين المنطقتين أطول. ويشبه هذا المناخ مناخ الغرب الأوسط في الولايات المتّحدة، مع أنّ شمال الصين يعرف، عموماً، شتاء أكثر جفافاً.

تُجد مناخاً شبه استوائيّ رطباً، شبيهاً بمناخ جنوب شرق الولايات المتحدة، في جنوب شرق الصين وجنوب اليابان. وتلتقّى كلتا المنطقتين الهواطل على مدار السنة. ويعرف أيضاً شمال الهند (جنوب الهيمالايا) مناخاً شبه استوائيّ. تحمل رياح محمّلة بالرطوبة تُعرف بالرياح الموسميّة أمطاراً غزيرة إلى المنطقة في فصل الصيف، فيما يتميّز فصل الشتاء بجفافه. ويتأثّر هذا المناخ المداريّ، المطر والجاف، الذي يميّز أيضاً القسم الأكبر من الهند الصينية، بالحركة الموسميّة لكلّ الهواء. تصل عادة الرياح الموسميّة المحمّلة بالمطر بين آذار وتشرين الأول في المناطق الواقعة شمال الاستواء. وإذا تأخّرت الرياح الموسميّة في الوصول، قد يؤدّي انحباس المطر إلى إتلاف المحاصيل أو إلى الحؤول دون نموّها، ما يتسبّب بنقص في الموادّ الغذائيّة لملاين الأشخاص.

يشهد الساحل الجنوبيّ الغربيّ للهند والمناطق الساحليّة في جزر جنوب شرق آسيا أمطاراً غزيرة على مدار السنة. بالقرب من خطّ الاستواء، ينتج المطر عن الهواء الرطب الحارّ الذي يرتفع ويتمدّد، ثمّ يتردّد في طبقات الجوّ العليا ويكتثف على شكل مطر. في المناطق الساحليّة الواقعة إلى شمال الاستواء، مثل الساحل الجنوبيّ الغربيّ من الهند، ينتج المناخ الإستوائيّ عن وجود رياح دائمة محمّلة بالرطوبة تأتي بشكل رئيسيّ من البحر.

تعرف مناطق شاسعة من وسط وجنوب غرب آسيا مناخاً جافاً أو شبه جافّ. في آسيا الوسطى، تسدّ الجبال والهضاب المرتفعة الطريق أمام الرياح المحمّلة بالرطوبة الآتية من البحر.

ولا تشهد سوى مناطق قليلة من آسيا المناخات النموذجيّة التي تسود، عموماً، السواحل الغربيّة للقارّات. ويسود المنطقة الواقعة على البحر المتوسّط في لبنان ومصر مناخ شبه مداريّ يتميّز بصيف جافّ. وهو مناخ شبيه بمناخ جنوب كاليفورنيا.

الغطاء النباتي

تشمل آسيا الكثير من البيومات^(١) المختلفة، وهي مناطق بيئيّة تتميّز بالترافقات نفسها لجهة المناخ والنبات والحياة الحيوانيّة.

في المناطق الواقعة في أقصى الشمال والتي يسودها مناخ شبه قطبيّ، تنمو التندرة، التي تتكوّن من الأعشاب والأشنة ونباتات صغيرة أخرى. مع الابتعاد عن ساحل المحيط المتجمّد الشماليّ والتوجّه إلى داخل القارة، تتراجع التندرة أمام النتيجة، وهي منطقة تغطّيها غابات صنوبريّة واسعة تتكوّن من أشجار مثل البسيّسة واللاركنس (الأرزيّة) والتنّوب. إلى الجنوب، تندمج النتيجة مع غابات ذات أشجار عريضة الأوراق، أو غابات مختلطة من الأشجار العريضة الأوراق والأشجار الإبريّة الأوراق.

في المنطقة الشماليّة الوسطى من آسيا الداخليّة، تتحوّل الغابات بالتدرّج إلى أراض عشبيّة شاسعة تتألّف في معظمها من أعشاب سهبيّة قصيرة. وتنمو النباتات الصحراويّة أو نباتات المناطق شبه الجافة في أجزاء واسعة من جنوب غرب آسيا والمناطق الداخليّة من القارة. تحيط الأعشاب القصيرة وغيرها من النباتات التي تكتفي بقدر ضئيل من الهواطل، بالكثير من أكثر المناطق جذباً وقحلاً في الصحاري.

على رغم أنّ غابات المطر الاستوائية مسيطرة على طول الشريط الساحليّ الجنوبيّ وفي جزيرة سري لانكا، تتميّز الجهة الشرقيّة من جنوب آسيا بغطاء نباتيّ مداريّ شبه جافّ. وتغطّي القسم الأكبر من هضبة الديكان غابات مداريّة جافّة.

كان جنوب شرق آسيا (البرّ الرئيسيّ والجزر) معطّى، في ما مضى، بغابات مطر استوائية شاسعة، تنامت وامتدت في ظلّ المناخ الرطب الدافىء السائد في تلك المنطقة. لا يزال هناك أراض واسعة تغطّيها الغابات في معظم دول المنطقة؛ لكنّ قطع الأشجار، القانوني وغير القانوني على حدّ سواء، يجري بسرعة كبيرة تحول دون نموّ الأشجار من جديد بشكل ثابت.

تطغى الغابات الموسميّة المداريّة في المناطق الداخليّة من الشريط الساحلي للبرّ الرئيسيّ في جنوب شرق آسيا، والتي تمتدّ إلى داخل جنوب الصين. وتندمج هذه الغابات بالغابات المعتدلة في الشمال. حول ساحل خليج بوهاي، يتألّف الغطاء النباتي من جنبات خشبيّة دغلّيّة تنمو إلى علوّ ٤ أمتار تقريباً. تعرف آسيا ثلاثة أنظمة رئيسيّة للإنتاج الزراعيّ. في شريط عريض يشمل الشرق الأوسط، وآسيا الوسطى، والقسم الأكبر من آسيا الروسيّة، والمناطق الداخليّة من الصين، يشكّل إنتاج الماشية كمورد للرزق الدعامة الأساسيّة للنشاط الزراعيّ. حول السواحل الصينية والقسم الأعظم من جنوب

(١) البيومات: أراض عشبيّة رطبة.

وجنوب شرق آسيا، يتعلّم الشكل الرئيسيّ للنشاط الزراعيّ في إنتاج المحاصيل الضروريّة للمعيشة. وتُجد بعض جيوب من الإنتاج الزراعيّ التجاريّ منتشرة في أنحاء المنطقة، ولا سيّما في اليابان وجنوب شرق آسيا والأجزاء الغربيّة من روسيا وبعض البقع من الشرق الأوسط.

تشمل الأنشطة الإقتصاديّة الهامة في آسيا الوسطى وروسيا إنتاج القمح وغيره من الحبوب والقطن والخضّر. ويشكّل جنوب شرق آسيا والأجزاء الجنوبيّة من الصين والهند مناطق متخصصة بشكل رئيسيّ في زراعة الأرزّ، فيما يشجع إنتاج واستهلاك الحبوب في المناطق الشماليّة من الصين والهند. وتلعب مزارع شجر المطاط والنخيل الزيتيّ دوراً هاماً في النشاط الزراعيّ في ماليزيا وأندونيسيا. وتشكّل مزارع الشاي نشاطاً هاماً في الهند وسري لانكا وأندونيسيا.

التربة

ترتبط التربة في آسيا بالمناخ والحياة النباتيّة في الدرجة الأولى. وقد يلعب منشأ التربة في بعض المناطق، ربّما من النشاط البركانيّ أو من الموادّ التي تحملها المجاري المائية، دوراً أكثر أهمية. وتتميّز هذه التربة البركانيّة أو الطينيّة بخصوبة كبيرة.

إنّ تربة التندرة، المتواجدة في الجزء الشماليّ من القارة، تربة حمضيّة وقاحلة. وتمتدّ تحت الكثير من هذه المناطق تجرّبة^(٢) مجدّدة بشكل دائم لا تنوب أبداً في فصل الصيف القصير. يُعرف هذا النوع من التجرّبة بالحمّد السرمديّ^(٣) ويغطّي منطقة واسعة جداً في الجزء الشماليّ من سيبيريا. جنوب التندرة، تتصّف تربة النتيجة أيضاً بالحموضة ويجذب نسيّس. وتُجد تربة أقلّ حموضة وأكثر خصوبة نوعاً ما في الغابات المختلطة وغابات الأشجار العريضة الأوراق الواقعة إلى الجنوب.

إلى جنوب الغابات، تمتدّ التربة المرجيّة^(٤) والسوداء. ونظراً إلى أن هذه التربة قد تكوّنت في منطقة تلتقى كمّيّة ضئيلة من الأمطار، لم يجر امتصاص أو جرف المعادن المفيدة التي تحتويها، وهي عمليّة تُعرف بالارتشاح^(٥). وتُعتبر هذه الأراضي من أخصب الأراضي في العالم. تُجد أفضل الأراضي الزراعيّة في آسيا الروسيّة في مناطق التربة السوداء، والتربة الأقلّ خصوبة الموجودة في الغابات المختلطة وذات الأشجار العريضة الأوراق.

غالباً ما تتواجد التربة غير المرشّحة في المناطق الجافة وشبه الجافة من القارة وهي غالباً تربة خصبة، باستثناء التربة المشبعة بالأملاح أو المعادن القلويّة^(٦). ويتوقّف استعمال هذه التربة، إلى حدّ بعيد، على توقّر مياه الريّ. إلّا أنّ الريّ المتواصل قد يزيد من تركيز الأملاح أو المعادن القلويّة ويحول دون زرع المحاصيل.

إنّ تربة المناطق الإستوائية المططرة هي بوجه العموم تربة ماحلة غير خصبة. تؤدّي الأمطار الغزيرة ودرجات الحرارة المرتفعة التي تشهدها هذه المناطق إلى ترشّيح القسم الأكبر من المعادن المفيدة من التربة. ويحدث ترشّيح أخفّ للمعادن في المناطق المداريّة المططرة والجافة، والمناطق الرطبة المجاورة لخطّ الاستواء.

إنّ الكثير من التربة الحمراء والصفراء في المنطقة الرطبة المجاورة لخطّ الإستواء في الصين قد تحسّنت بفضل آلاف السنين من العناية والمعالجة، التي شملت استعمال السماد الحليط (مواد نباتيّة معقّنة). ولكن، في بعض المناطق الصينية شبه الجافة، أزيلت النباتات الطبيعيّة العميقة الجذور – التي كانت تحول دون انجراف التربة – لزراعة المحاصيل الغذائيّة التي تقتفر إلى أجهزة جذريّة كافية، وتتسبّب بتآكل التربة السطحيّة.

الحياة الحيوانيّة

تعيش في آسيا مجموعة كبيرة ومتنوّعة جداً من الحيوانات البريّة، التي تشمل أنواعاً عدّة تنفرد بها القارة. يعيش إنسان الغاب Orangutan، وهو ثاني أطول قرد بعد الغوريلاّ، في جزيرتيّ بورنيو وسوماترا. وتستوطن دبية البندا العملاقة جنوب غرب الصين، فيما تجوب فهود الثلج هضاب وجبال آسيا الوسطى. تُؤوي بحيرة بايكال نوعاً نادراً من الفقمات يعيش في المياه العذبة. ويعيش في نهر يانج تسي كيانج الصيني دلفين نهريّ معرّض للإنقراض بسبب تلوث المياه وتزايد عدد المراكب النهريّة المجترّة بالحركات. يسكن ثنّين كومودو، وهو أكبر عظاية^(٧) في العالم ومن أقدم الغطاء الباقية إلى اليوم، في جزيرة صغيرة في شرق أندونيسيا.

يمكن تصنيف الحياة البريّة في آسيا وفق المناطق النباتيّة المختلفة التي تسكنها. تعيش الرنّة في جنوب التندرة، في شمال سيبيريا. وتكثر الحيوانات الصغيرة المكتسبة بالفرو، مثل السمّور والثعلب، في غابات النتيجة في آسيا الروسيّة. تُؤوي الأراضي العشبيّة طياء وعدداً كبيراً من القوارض، بما فيها المَرموط. يعيش آكل المسك الصغير في المناطق الجبلية من آسيا الوسطى. وتتواجد النمرور، التي يعيش نوع منها في شمال سيبيريا، في أرجاء غابات المطر الإستوائية في جنوب وجنوب شرق آسيا. ويسكن هذه المنطقة أيضاً حيوانات وحيد القرن (كركدن) وسعادين وعدّة نُوتِعات من الفيلة.

(٢) تجرّبة: طبقة الأرض الواقعة تحت التربة مباشرة.

(٣) السرمديّ: الدائم.

(٤) المرجيّة: المروج.

(٥) الارتشاح: الانتمصاص.

(٦) المعادن القلويّة: الأرض التي تحتوي كالسيوم، سترونتيوم، مغنسيوم، باريوم، باريليوم وراديوم.

(٧) عظاية: بعض أنواع الزواحف الكبيرة.

تعيش غزلان في المناطق الكثيرة التلال في جنوب شرق آسيا، ويعيش نوع نادر من الظباء يُعرف بالمارية Oryx على أطراف المناطق الصحراوية في شبه الجزيرة العربية. ومن الحيوانات الأخرى التي يشيع تواجدها في جنوب غرب آسيا، نذكر الذئب والضبِع.

في المناطق الجبلية النائية من فيتنام المتاخمة للحدود مع لاوس، اكتُشفت حيوانات لم تكن معروفة لدى العلماء من قبل. في ١٩٩٣، اكتُشف نوع جديد من الحيوانات الشبيهة بالأبقار، الساو لا (فو كوانج)، وهو الإكتشاف الرابع فقط من نوعه في القرن العشرين. واكتشف العلماء حيوانات أخرى منذ ١٩٩٢، منها حيوانان شبيهان بالظبي والمونتجاك العملاق والكوانج جيم.

تشمل حيوانات آسيا الأليفة جاموس الماء، الذي يُشَدُّ إلى محراث أو عربة بدولابين. وتُستخدم الماشية أيضاً للجرّ، لا سيّما في الهند، التي تملك أكبر قطعيع أبقار في العالم. لا يأكل معظم سكان الهند لحم البقر لاتمتاعهم إلى الديانة الهندوسية، التي تعتبر البقرة حيواناً مقدّساً. تشكّل الخنازير مصدراً أساسياً للبروتين في الصين، لكنّها تُعتبر دسنة في البلدان الإسلامية، التي تشمل باكستان وأفغانستان ومعظم دول الشرق الأوسط. تُرتى الخراف فوق مساحات شاسعة من المناطق شبه الجافة في آسيا الروسية، فيما تُرتى الرثّة في الشمال. ويستعمل الناس الجمال في أنحاء المناطق الجافة من الشرق الأوسط.

تعيش في آسيا مجموعة منوّعة جداً من الطيور تشمل عدة أنواع نادرة. في جبال شمال الهند، يعيش كاسر العظام (طير ضخم شبيه بالنسر)، الذي يمكن أن تصل بسطة جناحه إلى حوالي ٣ أمتار. وتواجد الطواويس وطيور الجنة في غابات المطر في جنوب شرق آسيا. ويستوطن قارة آسيا أيضاً عددٌ كبيرٌ من الحيات السامة المعروفة في العالم. وأهم هذه الحيات السامة الصِّلُ Cobra، الذي يشيع وجوده، خصوصاً في الهند، والكرُيت^(٨) والأفعى الحبيثة، اللذان يتوزعان في أنحاء القارة. ويعيش الكثير من الزواحف الأخرى، مثل التماسيح، في أنهار جنوب شرق آسيا.

الحشرات والطفيليات

تعرّز المناخات الإستوائية السائدة في أجزاء كبيرة من آسيا تنامي الحشرات والطفيليات ذات دورات الحياة الطويلة المعقّدة. يمكن أن يتجاوز طول الحشرة العصوية^(٩) الإستوائية ٣٠ سنتيمتراً. ويؤدّي انعدام البرد في الشتاء، وغزارة المطر في المناطق الإستوائية الماطرة إلى تكاثر الكائنات الحيّة المسيّبة للبرداء (الملاريا) والبعوض الذي يحملها. ويمكن لأكثر المتعضّيات المسيّبة للملاريا تفكّكاً، Plasmodium Falciparum، أن يبقى على قيد الحياة على مدار السنة في المناطق الإستوائية. تنتشر الخططيّات، وهي ديدان مدوّرة طفيلية صغيرة، في الهند وقسم كبير من جنوب شرق آسيا؛ ويتسبّب هذا الطفيليّ بداء الفيل، وهو مرض يولّد تورّمات غريبة بشعة. تهدّد أسراب الجراد الضخمة بصورة دورية المزروعات في مناطق مختلفة من آسيا، لا سيّما في جنوب غرب آسيا.

الموارد المعدنية

آسيا قازة غنيّة بالموارد المعدنية، ويشكّل العلماء في وجود موارد أخرى في بعض المناطق، مثل التيت، لا تزال غير مستكشفة جيولوجياً. وتتمتّع آسيا بموارد طاقةية كبيرة. يتوزّع النفط والغاز الطبيعيّ بشكل متماثل نسبياً، لكنّ أكبر التركيزات المعروفة من الحروقات تقع عند رأس الخليج العربيّ؛ وفي أجزاء من أندونيسيا، لا سيّما سوماترا وبورنيو؛ وفي الصين الشمالية والداخلية؛ وعلى سواحل بحر فزوين؛ وفي غرب الأراضي السيبيرية الخفيفة. ويعتقد الجيولوجيون بوجود كمّيات كبيرة من النفط في البحر، قبالة سواحل الصين وأندونيسيا وماليزيا وغرب الهند.

منذ أن بدأ الاقتصاد الفيتننامي بالإنفتاح على الإستثمار الخارجي في أواخر الثمانينات، تمّ حفر أماكن تواجد النفط والغاز قبالة الشاطئء لإنتاج التجاري. وتطالب الصين وتايوان وفيتنام وبروناي وماليزيا والفيليبين بجزء من جزر سيراتي في بحر الصين الجنوبيّ، وهي منطقة يُعتقد أنّها تحتوي على احتياطيّ كبير من مصادر الطاقة والموارد المعدنية.

يتواجد الفحم بكميّات ضخمة في سيبيريا وشمال شرق الهند، وخصوصاً في إقليم شانسي في شمال الصين، الذي يحتوي على ٣٠٪ من احتياطيّ الفحم المئبث وجوده في الصين. على رغم وجود احتياطيّ هائل من الفحم في الصين، تستورد الصين الفحم من الخارج، نظراً لعدم قدرتها على نقل كمية كافية من الفحم من المناطق الشمالية إلى المناطق الجنوبية من البلاد.

باستثناء تركيا، التي تشكّل منتجاً كبيراً للكروم، يفتقر جنوب غرب آسيا نسبياً للأركرة المعدنية. بالمقابل تتمتّع الصين وسيبيريا بموارد معدنيّة غنيّة جداً. تحتوي أرض ماليزيا على كمية كبيرة من القصدير، وتُعرف الهند بغناها بالحديد والمنغنيز. وتستخرج أندونيسيا البوكسيت، الذي يُستعمل في إنتاج الألومنيوم. ولجهة الحجارة الكريمة، يُستخرج الماس من سيبيريا، والصّفير والياقوت من جنوب وجنوب شرق آسيا. وتشمل الموارد المعدنيّة الهامة الأخرى الذهب والفضّة والأورانيوم والنحاس والرمصاص والزنك. ولا تملك المراكز الصناعية الكبرى في آسيا، كاليابان وسنغافورة وهونج كونج، أي موارد معدنيّة هامة تُذكر.

المسائل البيئية

تعاني الدول الآسيوية بعض المشكلات البيئية الصعبة. ومن أهم هذه المشكلات، تآكل الأرض

والتربة، الذي يقلّل من قدرة الأرض على دعم وتعزيز الحياة. ويشكّل التصخّر مثلاً متطرفاً على تآكل الأرض. يقدّر العلماء أنّ ١٠٪ من مجمل الأراضي قد تحوّلت من أراضٍ منتجة إلى صحراء، ويتعرّض اليوم ربع مساحة الأرض المتيقّية لخطر التصخّر. تتسع المناطق الصحراوية في الشرق الأوسط منذ مئات السنين، وقد دمر الإستيطان البشريّ الغابات القبتاريخية التي كانت تغطّي المنطقة. وأكمل فرط الرعي والقضاء على الحياة النباتية المحيطة تصخّر المنطقة.

تشكّل الزّخرّجة (إزالة الأحراج) مشكلة خطيرة أخرى. تنتشر غابات المطر الاستوائية المتّصلة الظلّة من شمال شرق الهند عبر جنوب شرق آسيا وشمالاً حتى جنوب الصين. بين ١٩٦٠ و١٩٩٠، خسرت آسيا نحو ثلث غاباتها الإستوائية. لم يبق في الهند سوى ٢٥٪ تقريباً من الغطاء الخرجيّ الأصليّ، وتنخفض هذه النسبة إلى ٢٢٪ في الفيليبين.

في السنوات القليلة الماضية، تزايدت نسبة إزالة الغابات في أماكن مثل كامبودجيا ولاوس وأندونيسيا. إنّ تزايد عدد الناس الذين يمارسون الزراعة المتقلّعة، المعروفة أيضاً بزراعة القطع والحرق، قد تسبّب ببعض الضرر، لكنّ القطع السريع لغابات المطر للغابات التجارية يتسبّب اليوم بأكبر مشكلة على الاطلاق. خفّضت الحكومة الأندونيسية معدّل خسارة الغابات بحظر تصدير جذوع الأشجار غير المعالجة في ١٩٨٥، ثمّ باستبدال الحظر بضريبة تصدير مرتفعة في ١٩٩٢. إلّا أنّ قطع الأشجار غير القانوني مستمرّ في أنحاء المنطقة، وغالباً ما يحدث في بعض المناطق بمساندة القوى العسكرية أو الميليشيات، التي تستعمل المردود لتمويل نشاطها.

تسبّب التصنّع السريع الذي شهدته بلدان شرق وجنوب شرق آسيا بتلوّث هواء خطير. ويتشكّل اثنان من الملوثّات الرئيسيّة الناتجة عن احتراق الحروقات الأحفورية، مثل النفط والغاز الطبيعي، من مادة جيّميّمية معلّقة وثاني أكسيد الكبريت. تُلحق هذه الموادّ ضرراً بالسبيل التنفّسيّ عند الإنسان، وتسبّب بأمراض مثل التهاب القصبات.

تعاني المدن الصينية، لا سيّما بايجينج (بيكين) وشنيانج وشانجهاي وسيان، بعض أعلى نسب التلوّث بالموادّ الجسيّمية المعلّقة في العالم، نظراً لاستعمال الفحم بشكل كثيف لتوفير الطاقة اللازمة للبيوت والصناعات. وتشهد أيضاً المدن الهنديّة، ومنها نيودلهي وكالكوتا وبومباي (مومباي) نسباً مرتفعة من الموادّ الجسيّمية المعلّقة وثاني أكسيد الكبريت الناتجة عن استعمال الحروقات الأحفورية. ولا تصل نسب تلوّث الهواء إلى هذه الدرجات المرتفعة في طوكيو وغيرها من المراكز الصناعية اليابانية الأخرى، نظراً لصرامة المراقبة والضوابط التي تفرضها الدولة.

يتنبأ بعض العلماء بأنّ ارتفاع درجات الحرارة العالميّ سوف يتسبّب بذبّوان قلنسوتيّ الجليد القطبيّتين، ما يرفع معدّل مستوى مياه البحر إلى ٢٢٠ ميليمتراً تقريباً في ٢٥٠٠ وإلى ٥٠٠ ميلمتر تقريباً في ٢١٠٠. يتسبّب أي ارتفاع في مستوى سطح البحر بحدوث كوارث في البلدان الآسيوية الساحليّة. وفي هذه الحالة، تتلقّى بنجلادش أسوأ ضربة على الإطلاق، إذ يعيش أكثر من ١١٠ ملايين من سكانها في دلتا الجانج الخفيفة. يتعرّض حالياً حوالي ١٤٥,٠٠٠ كم^٢ من أراضي بنجلادش للأعاصير والأمواج المدّيّة التي تغمر المنطقة، وسوف تخسر البلاد هذه المساحة من الأرض عند ارتفاع مستوى سطح البحر ١٠٠٠ ميليمتر. إنّ الكثافة السكّانية العالية في هذه المناطق الخفيفة تجعل الانتقال إلى مناطق أعلى أمراً غير قابل للتطبيق.

يزداد الوعي البيئيّ في آسيا يوماً بعد يوم. اشتركت معظم الدول الآسيوية في مؤتمر ١٩٩٢ حول البيئة والتنمية، وتطلّقت حكومات هذه الدول بشكل متزايد قوانين بيئيّة جديدة. لكن، في معظم البلدان النامية، تبقى الأولويّة للتنمية الاقتصادية.

التطوّر الاقتصاديّ

إنّ قسماً كبيراً من الدول الآسيوية بلدان متخلّفة اقتصادياً. وبالرغم من أنّ معظم سكّان القارة يعملون في الزراعة، فإنّ القسم الأكبر من النشاط الزراعيّ يُصَفّ بمردود منخفض وإنتاجيّة عمل متدنّية. لا يعمل سوى عدد قليل نسبياً من الآسيويّين في قطاع الصناعة. أمّا قطاع الخدمات فتطغى فيه المهن ذات الدخل المنخفض، مثل بائعي الشوارع وسائقي مركبات الأجرة التي تُدفع بالتدريس. وغالباً ما تكون المراكز المدنيّية وصناعاتها غير مندمجة بشكل جيّد في الإقتصاد الريفيّ. وكثيراً ما تكون أنظّمة وشبكات النقل، داخل البلدان وبينها، غير متطوّرة نسبياً.

واجهت روسيا ومعظم بلدان آسيا الوسطى مصاعب اقتصاديّة كبيرة منذ بداية التسعينات، عندما سقط الاتحاد السوفياتيّ واقتصاده الاشتراكيّ الموجه مركزياً. من جهة أخرى، شهدت الصين وفيتنام نموّاً اقتصاديّاً هاماً منذ أواخر الثمانينات، عندما بدأت حكوماتهاما بالتحوّل من النظام الموجه مركزياً إلى نظام سوق مختلط. أمّا أفغانستان وبنجلادش والدول الصغيرة في جنوب آسيا، إضافة إلى لاوس وكامبودجيا في جنوب شرق آسيا، فلم تحقّق سوى مكاسب اقتصاديّة ضئيلة. ويواجه اقتصاد هذه البلدان عوائق مختلفة، منها الإفقار إلى الموارد وتفتّش الفقر، وفي الكثير من الأحوال، سوء التخطيط من قبل الحكومة.

ومع ذلك، فإنّ المنجزات الإقتصاديّة الإجماليّة التي تمّ تحقيقها في آسيا منذ أوائل التسعينات قد جاءت بنتائج جيّدة جداً. تشكّل اليابان قوّة اقتصاديّة عالميّة كبرى، وتسجّل ثاني أعلى معدّل دخل للشخص في العالم بعد سويسرا. وغالباً ما يُطلق الإقتصاديّون على هونج كونج وسنغافورة وكوريا الجنوبيّة وتايوان اسم «النمور الأربعة»، نظراً إلى أنّها حقّقت بسرعة مدهشة نموّاً اقتصاديّاً كبيراً وأحد

أعلى مستويات المعيشة في العالم. وتلحق تايلاندا وماليزيا عن قرب بهذه البلدان الأربعة. نظراً إلى معدّلات النمو السنويّة المرتفعة التي تحقّقها كل هذه البلدان (تراوح بين ٥ و١٠٪)، فهي تُعرف أحياناً «بالأنظّمة الاقتصادية الحديثة التصنّع». إلّا أنّ هذه العبارة لا تُستعمل بشكل دقيق، وتشمل أحياناً أندونيسيا والصين وفيتنام، التي حقّقت أيضاً نموّاً سريعاً منذ أواسط الثمانينات. يعود النجاح الإقتصادي الذي حقّقه الدول الآسيوية في الدرجة الأولى إلى السياسات الحكوميّة التي تركّز على الإستثمارات الأجنبيّة وعلى إنتاج مصنوعات للتصدير بشكل تكثيفيّ يعتمد على زيادة اليد العاملة. في أوائل التسعينات، أجرت الهند والفيليبين إصلاحات اقتصاديّة على غرار الإصلاحات المطبّقة عند جيرانها الآسيويين. وقد حقّقت أيضاً دول جنوب غرب آسيا التي تتمتّع بموارد نفطيّة كبيرة نموّاً اقتصاديّاً جيّداً.

الزراعة

تشكّل الأراضي الزراعيّة أقلّ من ثلث مساحة الأرض الإجماليّة في آسيا. وتمتلك الوحدة الأساسيّة لتنظيم الإنتاج في المناطق الريفيّة إمّا بالمرعة أو بالقريّة، وفقاً لبنية المجتمع الريفيّ. في جنوب وجنوب شرق وشرق آسيا، يتميّز النشاط الزراعيّ بمزارع صغيرة في أراضٍ طميّية خفيفة، وعدد زائد من الناس على مساحة صغيرة من الأرض، وإنتاج مخصّص في معظمه لتأمين الكفاف المعيشيّ، واعتماد كبير على الحبوب وغيرها من الموادّ الغذائيّة الأساسيّة. لا يزال استعمال الأدوات اليدويّة البسيطة والخرات الذي تسحبه حيوانات الجرّ أمراً شائعاً جداً في آسيا. إنّ الكثيرين من المزارعين الآسيويّين مستأجرون، لا يملكون الأرض التي يزرعونها. كانت الزراعة الجماعيّة شائعة في الماضي، في البلدان الإشتراكية. وقد تفكّك معظم الجماعات الريفيّة في الصين وفيتنام، وعادت حقوق استعمال الأرض إلى عائلات المزارعين.

يشكّل الأرزّ، الذي يُزرع عادة بوجود كمية كبيرة من الماء، المحصولُ الغذائيّ الأساسيّ في جنوب وجنوب شرق وشرق آسيا. يعاني جنوب وجنوب شرق آسيا تخلف منشآت وشبكات الريّ وضالّة الغلّة، ولا يُمارّس الزرع المزدوج (زرع وحصد محصولين في سنة واحدة) إلّا نادراً في تلك المنطقة. في الهند، ساهمت مشاريع الريّ في استقرار الإنتاج السنويّ وزيادة الإنتاج العام، لكنّ معدّل كمية الأرز المتّاحة في الهكتار الواحد في أواسط التسعينات لا يزيد عن نصف المعدّل المسجّل في اليابان. ومع ذلك، تنتج البلدان الآسيوية حوالي ٩٠٪ من الأرزّ في العالم. وتنتج الصين والهند وحدهما قرابة ٦٠٪ من الانتاج العالميّ.

إضافة إلى الزراعة في المزارع الصغيرة، نجد أيضاً في جنوب وجنوب شرق آسيا عزباً، أو ملكيّات كبيرة، تمارس الزراعة على نطاق واسع. وتنتج هذه المزارع المحاصيل المخصّصة للتصدير، مثل المطاط وزيت النخيل ومنتجات جوز الهند والشاي والأناس وقلّب مانيلية. بدأت الزراعة ضمن عزب واسعة في أواخر القرن الثامن عشر وأوائل القرن التاسع عشر، عندما كانت القوى الاستعماريّة الأوروبيّة تسيطر على القسم الأعظم من المنطقة. ولا يزال الكثير من العزب ملكاً للأجانب أو تحت سيطرتهم. في شرق آسيا، تتركز الزراعة على الريّ بغمر الحقل حتى خطّ العرض ٣٥° شمالاً في الصين، وحتى ٤٠° شمالاً في البلدان الأخرى. على نحو مغاير، يتميّز جنوب شرق آسيا بإنتاج زراعيّ مرتفع، وشيوع الزرع المزدوج، وريّ منظمّ، واستعمال الأسمدة على نطاق واسع. وقد أدّت هذه الأساليب الزراعيّة إلى رفع زراعة الأرز في اليابان إلى درجة عالية من الإنتاجيّة، على الرغم من صغر حجم المزارع اليابانيّة.

شمال نهر هواي في إقليم أنهوي الصينيّ، يتراجع الأرزّ أمام القمح وغيره من الحبوب الجافة، خصوصاً الذرة البيضاء والذرة. تُمارّس تربية الأسماك والخنازير والطيور الداجنة في جميع أنحاء شرق آسيا. ولا تشيع تربية الأبقار المخصّصة لإنتاج الحليب واللّحم إلّا في اليابان وكوريا.

يزرع المزارعون بعض الحبوب في المناطق الداخلية الجافة، حيث تشكّل تربية الأبقار والخراف والحياةد نشاطاً اقتصاديّاً هاماً. تتركّز الزراعة في المناطق شبه الجافة من وسط وجنوب غرب آسيا حول الواحات. إلّا أنّ مستويات الانتاجيّة متدنّية عموماً في هذه المناطق.

الحراجة وصيد الأسماك

على رغم أنّ قطع الأشجار ونشر الخشب صناعة هامة في جنوب شرق آسيا، فإنّ نمط الإنتاج التجاريّ يشهد تغييراً ملحوظاً، يعود، إلى حدّ ما، إلى القلق المتزايد بشأن إتلاف الأحراج. فعلى سبيل المثال، حظّرت أندونيسيا (مصدر مهمّ للأخشاب الإستوائية الصلبة) في ١٩٨٥ تصدير الجذوع غير المعالجة أو المصنّعة في محاولة لتبطّي الانتاج وزيادة صناعات الأخشاب المحليّة. وفي ١٩٩٢، تمّ استبدال الحظر بضريبة مرتفعة على الجذوع المصدّرة. في ١٩٨٩، حظّرت تايلاندا، التي كانت في الماضي مصدرّاً هاماً لخشب التيك، قطع الأشجار للأغراض التجارية. وقد تحوّل الكثير من الشركات، بنتيجة ذلك، إلى غابات كامبودجيا ولاوس وميانمار المجاورة، حيث عقد بعض المؤسسات تحالفات مع مجموعات منشقة لاستثمار الأشجار المحليّة بشكل غير قانونيّ.

لا تزال الزراعة بالقطع والحرق تُمارس في بعض أجزاء من جنوب شرق آسيا، وأيضاً في مناطق جنوب آسيا وجنوب الصين الرطبة. إلّا أنّ الغابات التي كانت تغطّي في الأصل المناطق الكثيفة السكان في الهند والصين قد أزيلت منذ زمن بعيد.

يشكّل قطع الأشجار للغابات التجارية صناعة هامة جداً في اليابان، حيث حلّت مساحات شاسعة من الصنوبريّات المزروعة مكان القسم الأكبر من الغابات المعتدلة الأصلية في الجنوب والملاحيات (أو ذوات الخشب الصلب) ذوات الأوراق المعيلة في الشمال. تتمتّع سيبيريا بمخزون هائل من الأخشاب، لكنّه غير مستغلّ نسبياً؛ فوعورة المنطقة ومناخها القاسي يمنعان قطع الأشجار ونشر الخشب، كما أنّ نوعيّة الأشجار ليست عموماً بالمستوى المطلوب في الأسواق العالميّة.

إنّ المسابك البحريّة مهمة جداً في آسيا. تحتلّ اليابان المرتبة الأولى في صيد الأسماك في العالم، وتبعتها الصين عن قرب. ويلعب الصيد دوراً هاماً أيضاً في روسيا وتايلاندا وأندونيسيا وكوريا والفيليبين. وتشكّل تربية الأسماك أيضاً نشاطاً اقتصاديّاً هاماً، لا سيّما في الصين. مع أنّ صيد الأسماك في البلدان الأقل تطوّراً مخصّص في معظمه لتلبية حاجة الإستهلاك المحليّ، يتزايد التركيز على تصدير الأسماك المجفّفة والمجّلدة والمعلّبة.

التعدين

يشكّل التعدين نشاطاً هاماً في معظم الدول الآسيوية، وصناعة مصدّرة أساسيّة في الكثير منها: المنغنيز في الهند؛ والقصدير في ماليزيا وتايلاندا وأندونيسيا (التي تنتج معاً القسم الأكبر من كمية القصدير المنتجّة في العالم)؛ وركاز الكروم في الفيليبين. إلّا أنّ أهمّ الصادرات المعدنية هو النفط، حيث تنتج البلدان الآسيويّة حوالي نصف كمية النفط الإجماليّة المنتجّة في العالم. يحتوي جنوب غرب آسيا أكبر احتياطيّ للنفط في العالم خارج روسيا، ويُصدّر القسم الأكبر من هذا الإنتاج إلى خارج المنطقة. كما أنّ أندونيسيا، ومؤخراً، الصين وماليزيا هي أيضاً بلدان مصدّرة للنفط. في جنوب آسيا، تُستغلّ تراكمت محدودة من النفط والغاز الطبيعيّ في بنجلادش وباكستان وقبالة الساحل الغربيّ للهند. يشكّل تعدين الفحم نشاطاً هاماً في الصين – التي تنتج حوالي ٣٠٪ من كمية الفحم الإجماليّة المنتجّة في العالم – وفي وسط وشرق سيبيريا، وشمال شرق الهند، وإيران، وتركيا. وتشمل المنتجات المعدنيّة الهامّة الأخرى الحديد والمنغنيز والتنجستين في الصين؛ والكبريت والزنك والموليبدن في اليابان؛ والذهب في أوزبكستان وسيبيريا.

الصناعة

تنوّع القدرة الصناعيّة في آسيا على نحو غير متماثل، لكنّها تنمو بسرعة كبيرة. تتمتّع اليابان بقطاع صناعيّ شديد التنوّع يشغل حوالي ربع اليد العاملة في البلاد. ونجد أيضاً في الصين وروسيا والهند مراكز صناعيّة كبيرة. في الصين، يعمل حوالي ١٥٪ من اليد العاملة في القطاع الصناعيّ. وتتركّز الصناعات في إقليم لياوننج في الجزء الشماليّ الشرقيّ من البلاد؛ وفي مدن شانجهاي المرفئية تينجن وتشينجداو و ووهان؛ وفي مناطق داخلية مختارة حيث تتوفر المواد الخام. ويشكّل إنتاج الصلب أهمّ الصناعات الصينية. تتجمّع الصناعات في سيبيريا قرب جبال الأورال؛ وقرب المراكز المدنيّة الكبيرة على طول السكّة الحديديّة الممتدّة عبر سيبيريا، مثل نوفوسيبيرسك؛ وقرب مراكز معزولة في أقصى الشرق الروسيّ. لا يشغّل القطاع الصناعيّ في الهند سوى ١٠٪ من اليد العاملة. وتتركّز الصناعات بشكل كثيف داخل وقرب كالكوتا وفي منطقة بومباي ووسط شبه الجزيرة وفي الكثير من المناطق الأخرى حيث تتوفر الموارد اللازمة.

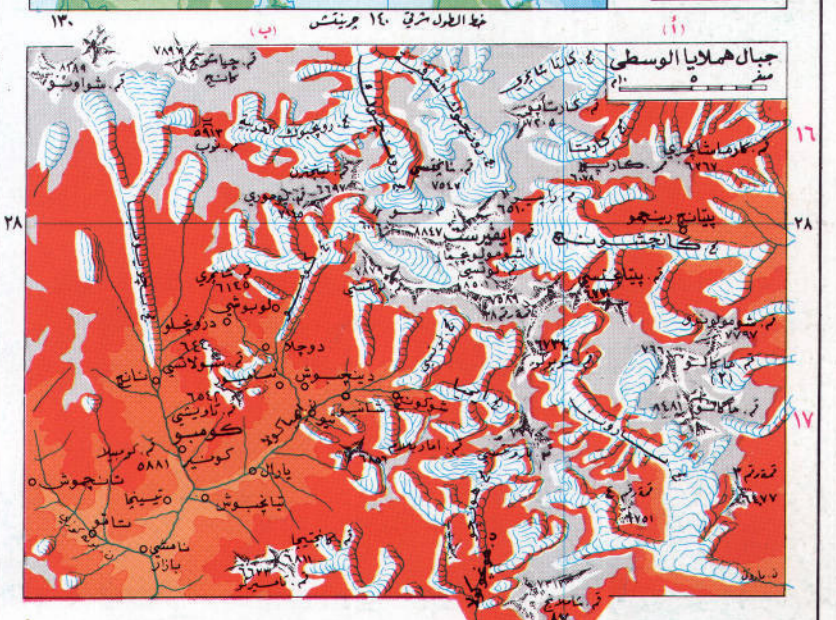
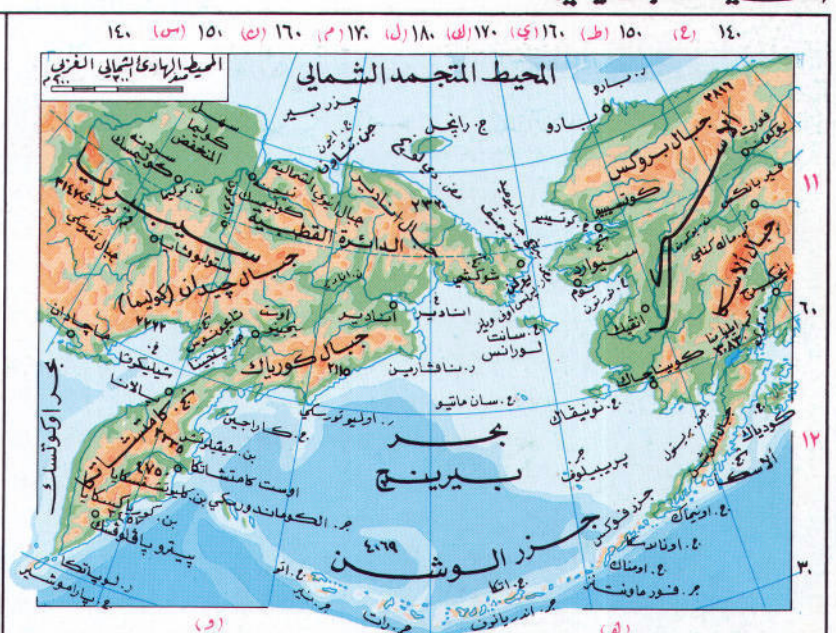
منذ الستينات، شهد القطاع الصناعي نموّاً سريعاً في بعض مناطق شرق وجنوب شرق آسيا. في السبعينات، كان الإنتاج الصناعي السنويّ في كوريا أقلّ من ربع إنتاج الهند، لكنه أصبح ضعف انتاج الهند في أوائل التسعينات. وقد أنشأت أيضاً كل من تايلاندا وأندونيسيا، خصوصاً قرب بانجكوك وجاكارتا، صناعات هامة، كما فعلت سنغافورة وهونج كونج وماليزيا والفيليبين. يتمثّل الاتجاه السائد في الدول الآسيوية الجنوبيّة الشرقيّة بالإستفادة من اليد العاملة الرخيصة عبر إنشاء صناعات موجهة للتصدير. وقد تركّز الاهتمام على صنع الثياب والأحذية وعلى الأجهزة الالكترونيّة مثل أجهزة التلفزيون وآلات التسجيل التلفزيونيّ (الفيديو) والآلات المشغلة لاسطوانات الصغيرة مثل أجهزة التلفزيون وآلات التسجيل التلفزيونيّ (الفيديو) والآلات المشغلة لاسطوانات الصغيرة Compact Disc. في البلدان الأخرى، تهتمّ الصناعات في أغلب الأحيان بمعالجة المواد الخام الزراعية والمعدنيّة والحرجيّة المحليّة؛ وبالصناعة الخفيفة للأسواق المحليّة؛ وجميع الآلات والمركبات المستوردة من بلدان أخرى.

الطاقة

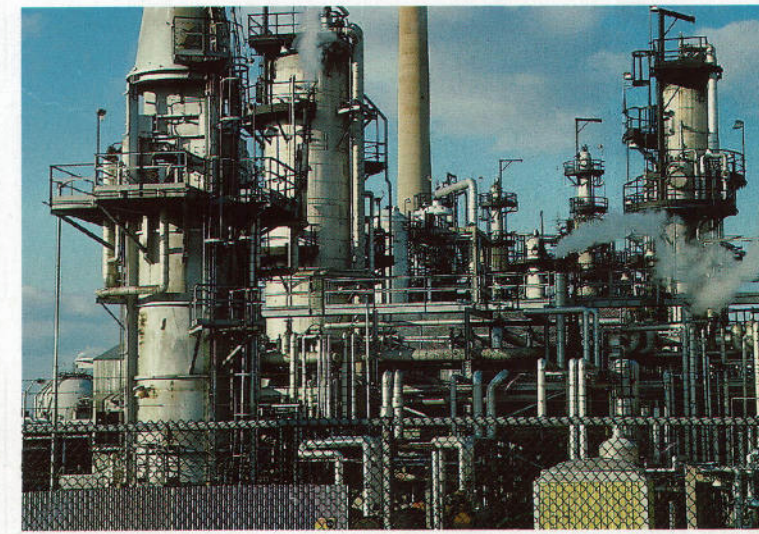
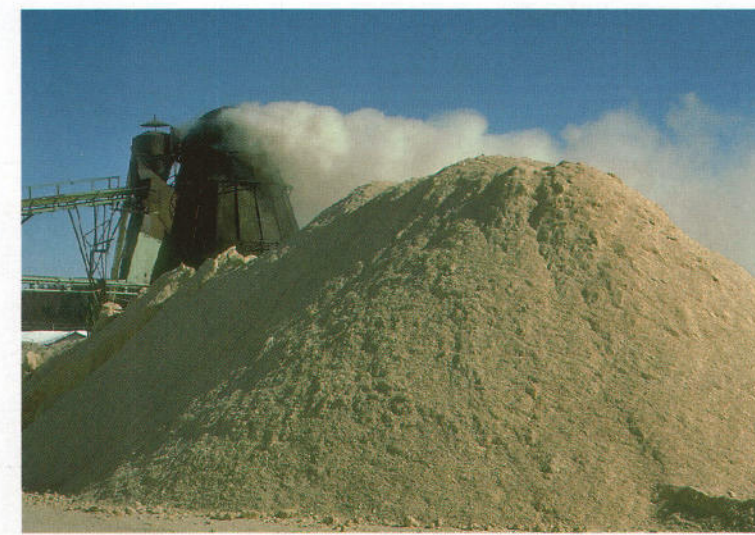
تمتلك بلدان جنوب غرب آسيا الغنيّة بالنفط بعض المصادر الأخرى للطاقة. تتمتّع الهند بإمكانات كهربيّائيّة هائلة، ويأتي حوالي نصف الكهرباء المولّدة في البلاد من القوّة المائيّة. ومع ذلك فإنّ قسماً كبيراً من الطاقة المستهلكة في المناطق الريفيّة من الهند لا يزال يُستمدّ من حرق الثوّث والأغصان المقطوعة. وقد أثبتت كلّ من الصين واليابان أنّ المصانع الكهربيّائيّة الصغيرة يمكن أن تكون فعالة جداً في تزويد البلدات الصغيرة والمناطق الريفيّة بالطاقة اللازمة. تستخدم الصين آلاف المصانع الكهربيّائيّة الصغيرة، التي تتركّز بشكل رئيسيّ في جنوب البلاد، إضافة إلى ٢٠ مصنعاً كبيراً. إلّا أنّ الفحم يبقى المصدر الرئيسيّ للطاقة في الصين. في اليابان، يشكّل النفط المصدر الأوّل للطاقة وتستورد اليابان جميع الكميّة اللازمة تقريباً. تتمتّع سيبيريا بإمكانات كهربيّائيّة كبيرة لم يبدأ استغلالها إلّا مؤخّراً. في جنوب شرق آسيا، يُنتج النفط بكميّات كبيرة في كلّ من أندونيسيا وماليزيا وبروناي، لكنّ المصادر المحليّة الرئيسيّة للطاقة هي القوّة المائيّة والحطب.

^[1] الكريت: أفعى سامة جداً تفرز سمّاً يضرب الجهاز العصبيّ

^[2] الحشرة العصوية: حشرة ذات جسم طويل مستدير شبيه بالعصا









الهند: الزراعة والصناعة



الهند: نهر الجانج.



الهند: مشهد لمدينة نيو دلهي.



الهند: مشهد للمبنى البلدي أخذ من جتر متر في مدينة جايبور.



الهند: بحيرة پوشكار في راجستان.



الهند: قصر الرياح في راجستان.



الهند: المحطة المركزية للسكة الحديدية في نيو دلهي.



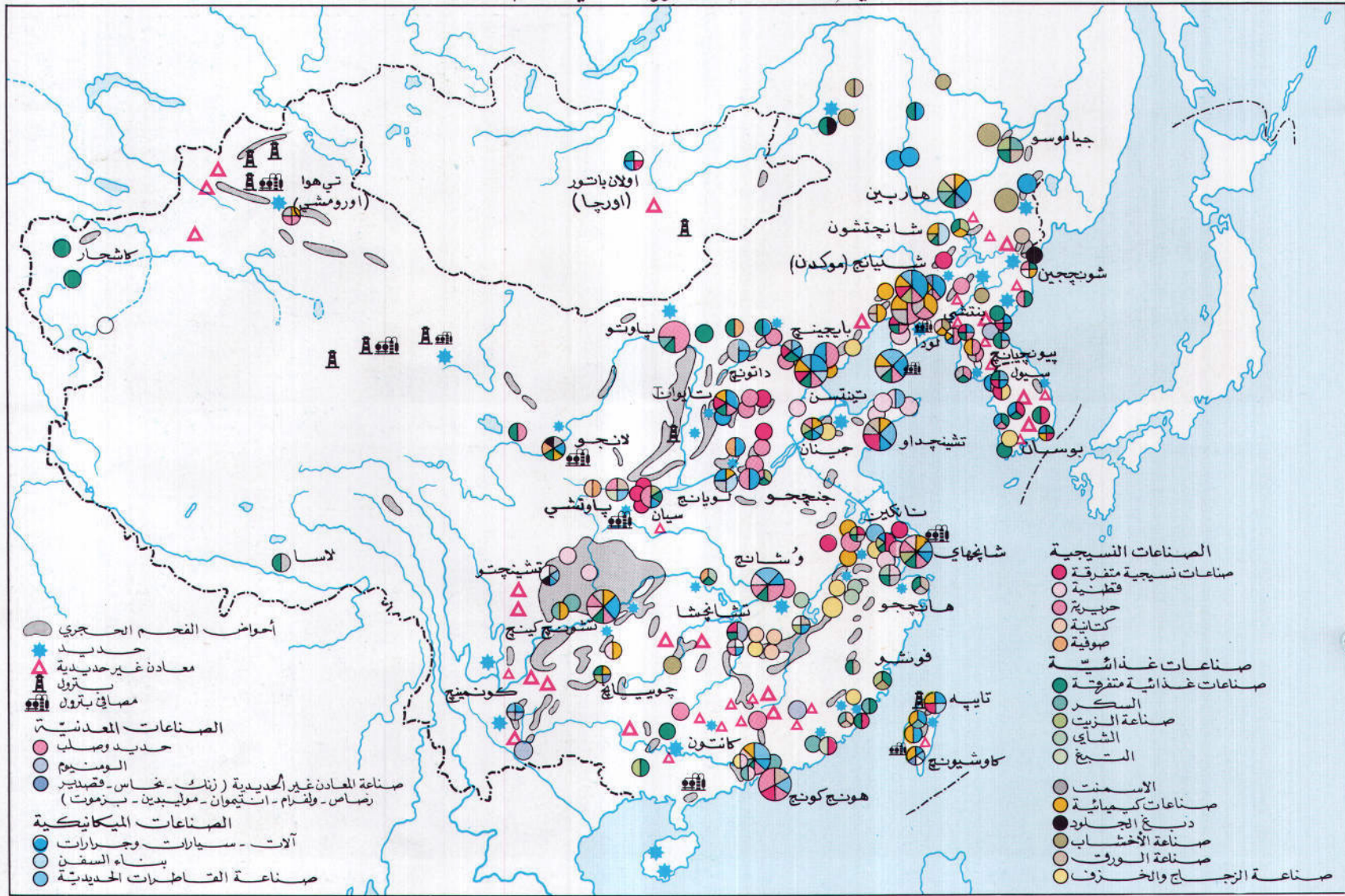
في الأعلى: سلسلة جبال الهيمالايا هي أضخم سلسلة في العالم (مساحتها تعادل مساحة أوروبا كلها). وفيها تقع أعلى قمم العالم لا سيما قمة إيفيرست (٨٨٤٨ م) أعلى نقطة على الأرض. أول فريق علمي وصل إلى القمة سنة ١٩٥٣، وذلك بعد محاولات عدة فاشلة منذ سنة ١٩٢٠.

هنا منظر لقمة الإيفيرست. وهي دوماً مكللة بالتلوج الأبدية.

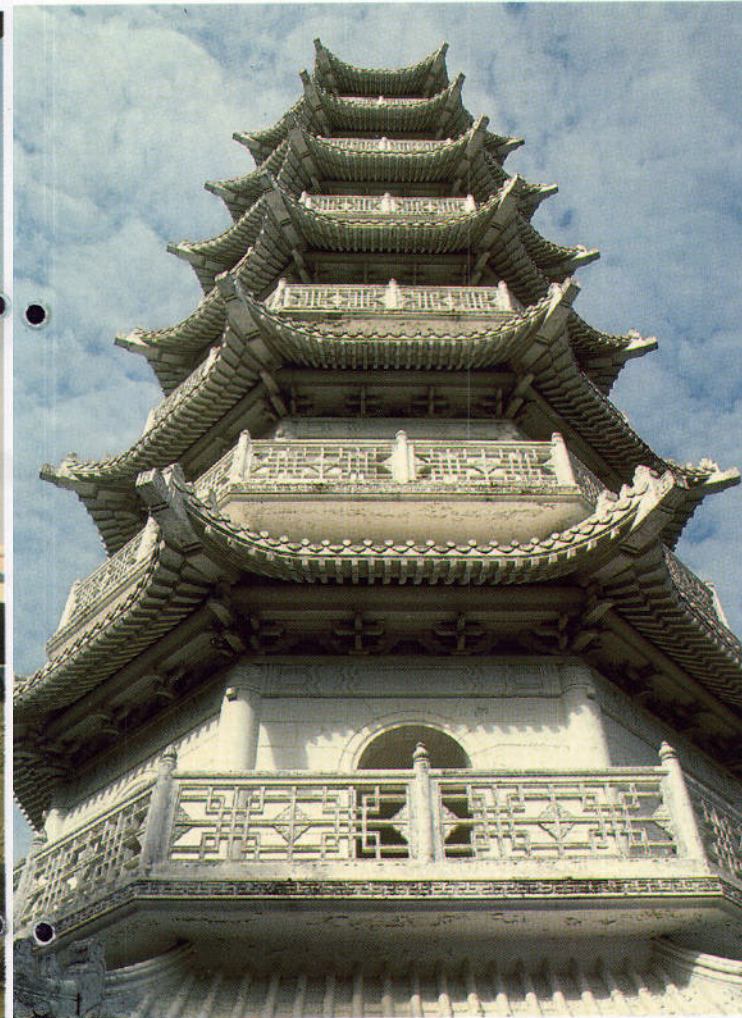
إلى اليسار: معبد «شيدامبارام» أحد أجمل المعابد، ويقع في ولاية مدراس الجنوبية، في الهند.



الصِّين (الرَّبْعُ الْاَوَّلِي)

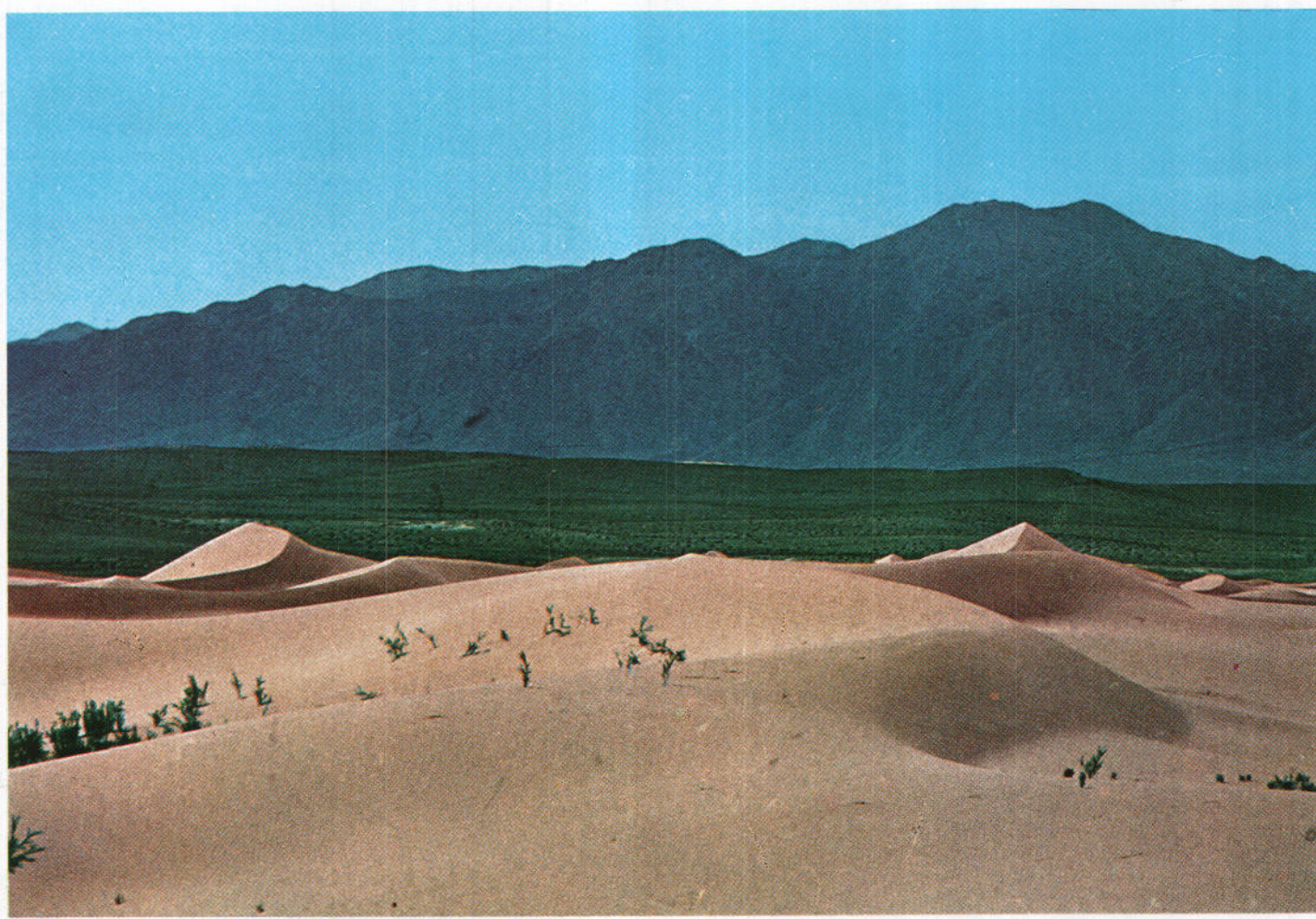


الصين والشرق الأقصى : المناطق الزراعية



هونج كونج: الفن المعماري في عهد مملكة السونج .





صحراء «جوبي» هي إحدى أكبر صحاري العالم، تقع بين جمهورية منجوليا ومنجوليا الصينية. وهي صحراء مرتفعة (٩٠٠ - ١٢٠٠ م) وتصنف بين الصحاري الباردة لأنها قارية المناخ (بسبب بعدها الشاسع عن البحر). قسم منها صخري وآخر رملي (كما في الرسم)، وتسكنها - في بعض الواحات - قبائل من المغول.



جبال التبت وعرة ومرتفعة جداً (٥٠٠٠ م)، ووسائل النقل فيها تعتمد على حيوان «الحشفاء» أو «اليك» الذي يشبه، إلى حد ما، البقرة مع فراء كثيف. هذا الحيوان يعيش في المرتفعات (بين ٤٠٠٠ و ٦٠٠٠ م) ويتحمل العواصف الثلجية والبرد القارس (حتى ٤٠ درجة دون الصفر)؛ وإذا لزم الأمر، يسد رمقه بالطحلب ويروي ظمأه بالثلج.



التبت: راعي المعز.



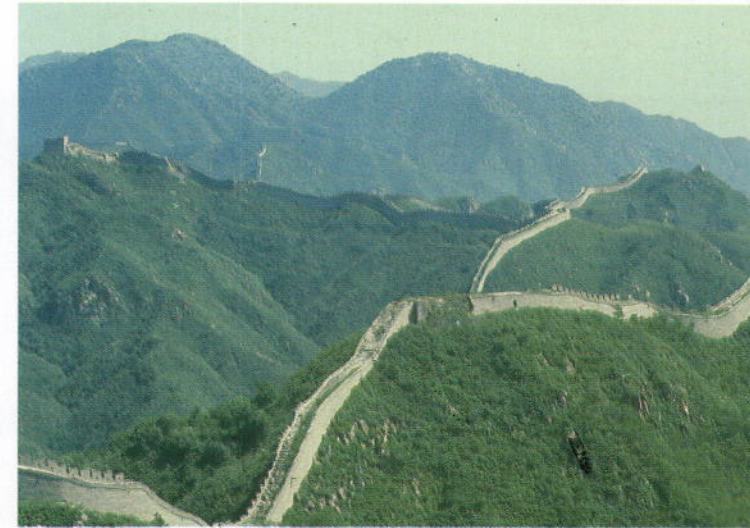
الصين: امرأة ترش الحقل بالمبيدات في يونان.



الصين: حصاد الحقل.



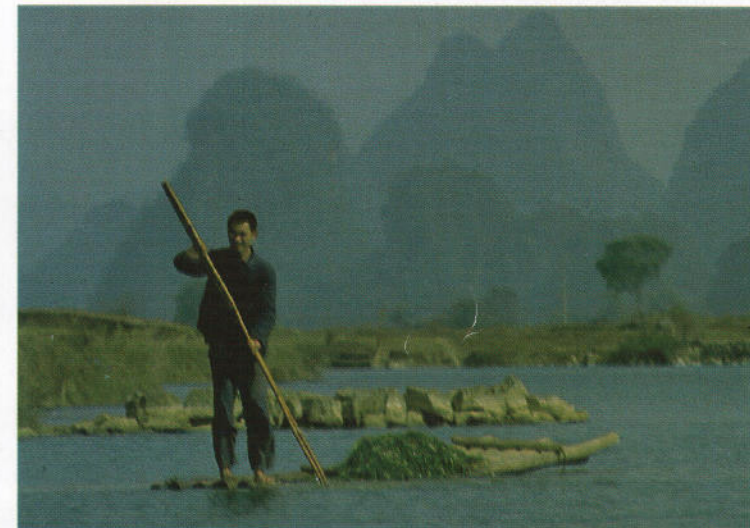
التبت: حيوان اليك.



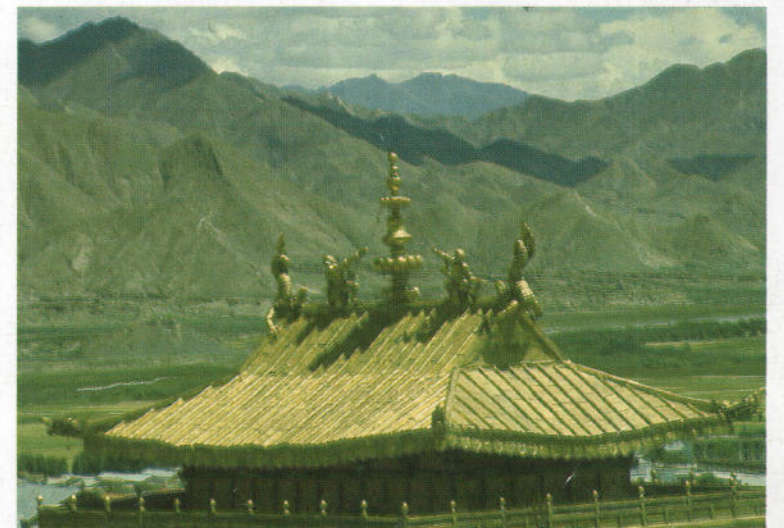
الصين: سور الصين العظيم في منطقة ياتالينج.



الصين: المنتزه الأخضر في يونان.



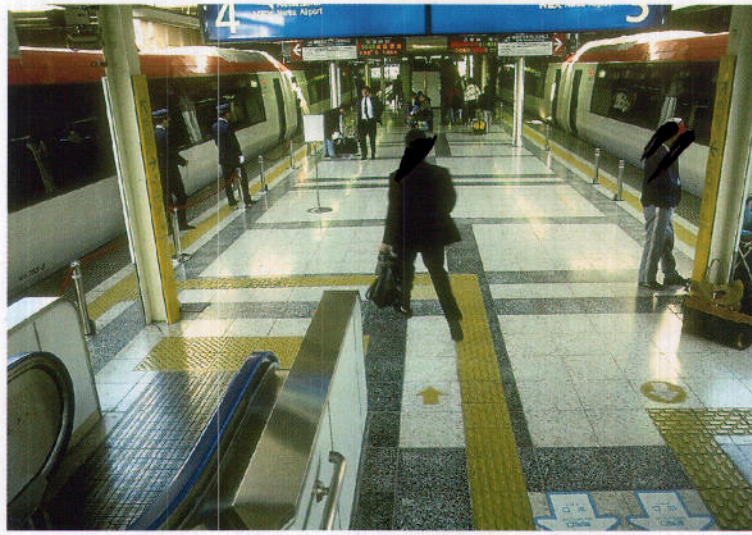
الصين: قطاف الأعشاب البحرية.



التبت: دير تشيلامبو في مدينة تشيجاتسي.



اليابان: القصر الملكي.



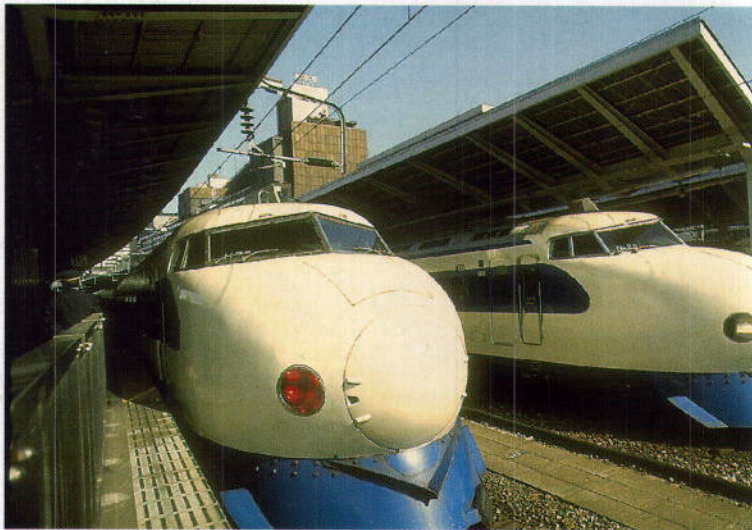
اليابان: القطار في محطة شينجو كو.



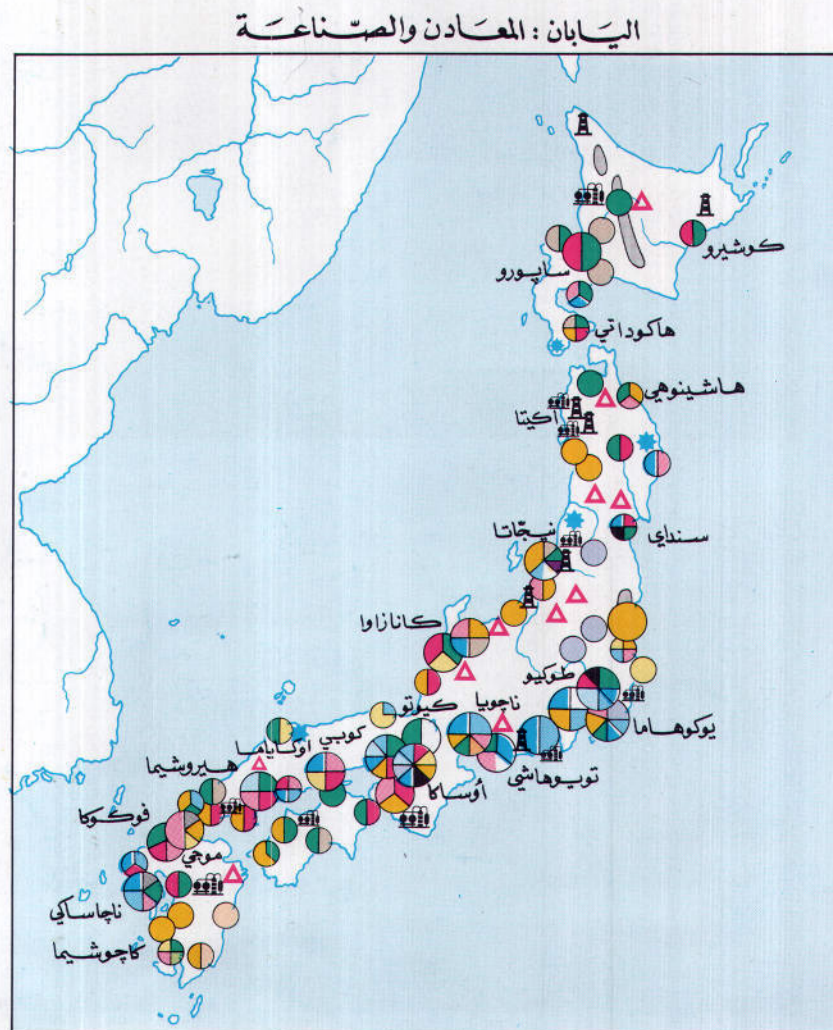
اليابان: تجتمع حول المعبد.



اليابان: جزيرة هوكايدو.

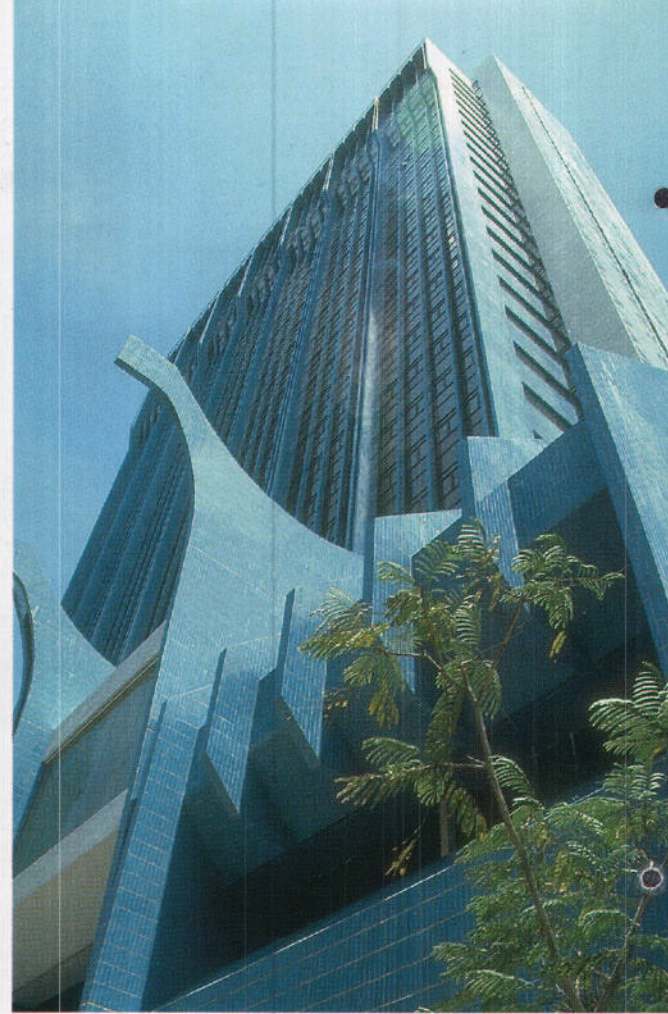


اليابان: قطار الرصاصة في طوكيو.

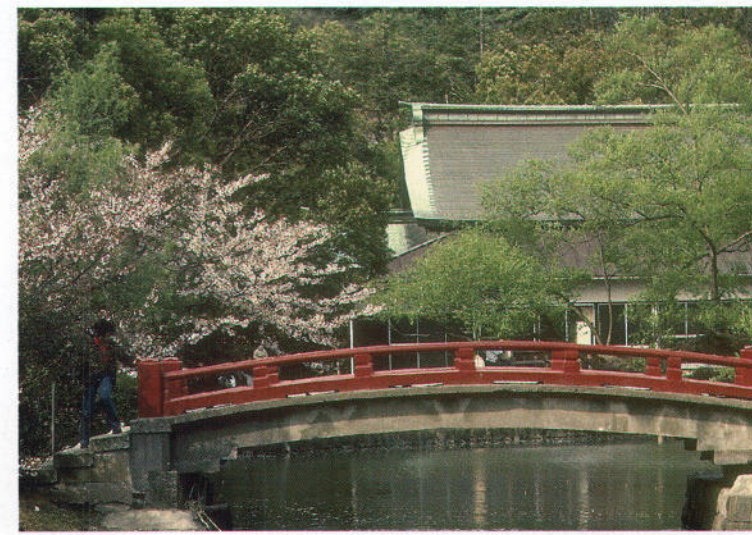




سوق عائِم في تايلاندا



ماليزيا: الفن المعماري الحديث في كوالا لومبور.



اليابان: جسر كاماكورا.



اليابان: بائع الأحذية.



اليابان: معبد الشنتو.



اليابان: مزرعة.



زراعة الأرز في أندونيسيا



اليابان: حديقة مييجي ايرس في طوكيو.



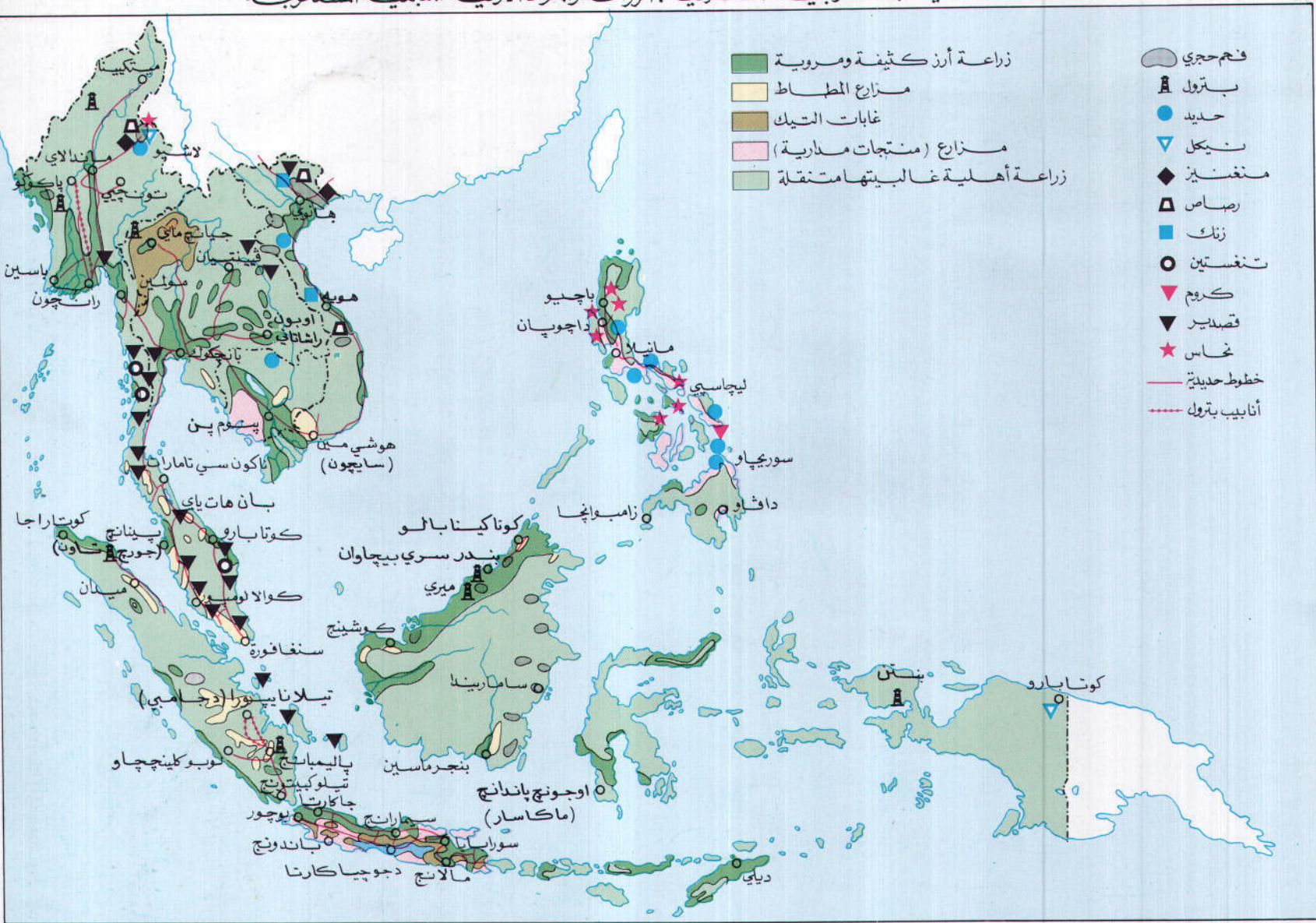
اليابان: مصباح حجري.



اليابان: طريق ريفية.



اليابان: منزل ريفي.



اندونيسيا: سوق الخضار والفواكه في بالي.



اندونيسيا: استعمال الجاموس للفلاحة.



اندونيسيا: حامل الأرز.



اندونيسيا: مستودع الأرز.



افريقيا

مصر: بحيرة ناصر في أسوان



أفريقيا

أفريقيا هي ثاني أكبر قارة بين قارات العالم السبع. تشكّل أفريقيا حوالي ٢٢٪ من سكان العالم، ما يجعل أفريقيا ثاني أكثر قارة مسكونة في العالم. تمتد أفريقيا إلى جهتي خطّ الاستواء على طول ٨٠٥٠ كيلومتراً من أقصى نقطة في الجنوب، رأس الإبر في جنوب أفريقيا. ويبلغ أقصى عرض للقارة، من الصومال شرقاً، حوالي ٧٥٦٠ كيلومتراً. إنّ أعلى نقطة في القارة هي قمة جبل بشكل دائم، أما أدنى نقطة في أفريقيا فهي بحيرة أشال (١٥٣ متراً تحت مستوى منظم ومتسق لا يحمل سوى تثلّجات قليلة. ولا يتجاوز طول الساحل الإجمالي نسبة إلى مساحة القارة، هو أقلّ من طول الخط الساحلي في أيّ قارة أخرى.

تتكوّن القارة الأفريقيّة من أرض هضبيّة، مع بعض السلاسل الجبلية المستقلّة الصحراء الكبرى (أكبر صحراء في العالم)، التي تحتلّ رقعة ضخمة تمتدّ عبر الصحراء الكبرى منطقة شمال أفريقيا، وتشمل بلداناً كبيرة وكثيفة السكّان مثل الدول الواقعة إلى جنوب الصحراء الكبرى؛ ويعود ذلك إلى حدّ ما إلى مرور النيل سكّان أفريقيا في المنطقة الواقعة إلى جنوب الصحراء الكبرى. في هذه المنطقة، يف دول وسط وغرب أفريقيا، هناك أنجولا والكاميرون وغانا ونيجيريا وجمهورية أفريقيا القسم الأكبر من أفريقيا الجنوبيّة، التي تضمّ أيضاً بوتسوانا وليسوتو ونام مالاچاسي (مدغشقر) الواقعة قبالة ساحل القارة الجنوبيّ الشرقيّ. تضمّ أفريقيا يسود الاعتقاد أنّ أسلاف الإنسان الأوائل ظهوروا في أفريقيا منذ ٥ إلى ٨ ملايين العام، الأمبراطوريّة المصريّة التي توحدت منذ أكثر من ٥٠٠٠ سنة. لكن، في ال وتعرضت للنزاعات السياسية والإثنية التي أعاقّت النموّ الصناعي والاجتماعي. الجزء الثاني من القرن العشرين. يُعتبر اقتصاد أفريقيا أقلّ نموّاً من اقتصاد أيّ قارة أخرى الاقصاديّ الرئيسيّ في أفريقيا. ويكثر حدوث المجاعات وتفشّي الأمراض، التي ت تمتعّ أفريقيا بموارد طبيعيّة غنيّة، ويرتكز قسم من دعائمها الاقتصادية على تصد الاستثمار الأجنبيّ والمساعدة الخارجية، أو على بيع مورد أو موردين يخضعان قد يكون الأفارقة أكثر السكّان تنوعاً من الناحية الثقافية في العالم، إذ ينتمون إلى مختلفة. نظراً لوجود إثنيات تتجاوز في أغلب الأحيان الحدود الوطنية وحدود والانتماءات العشائريّة أو القبلية المحليّة على الهوية القوميّة الأفريقيّة. يشكّل مجموعات سكّانيّة كبيرة من العرب والآسيويّين والأوروبيّين والبربر. تتدرّج الملابس والأدوار القبلية والحياة اليوميّة على حالها منذ مئات السنين، إلى بيئات

البيئة الطبيعيّة

في ما عدا الساحل الشماليّ وجبال الأطلس في الشمال الغربيّ، تتكوّن أرض الأحواض الكبيرة الشبيهة بالصحن.

التاريخ الجيولوجيّ

يمتدّ ترس قارّي شاسع، مكوّن من صخور قبيكريّة، ومتّصل من حيث العمر وجبال الأطلس إلى رأس الرجاء الصالح. في الشرق، يضمّ الترس مساحتين (مدغشقر) - انفصلتا عن أفريقيا في الدهر الثّلاثي. وقد وُجد في هذه الصخور القديمة مستحفرة عاشت منذ ٣,٢ مليارات سنة. من الناحية الجيولوجيّة، تشكّل جبال الأ نظراً إلى أنّها ارتفعت بفعل القوى نفسها التي كوّنت سلاسل جبال الألب في أوروبا أفريقيا وأميركا الجنوبيّة الواحدة عن الأخرى، أثناء تكسّر قارة جوندوانالاند الكبيرة أزمنة لاحقة فشكّلت في الدهر الثّلاثي وادي الصدع الكبير في شرق أفريقيا، وت

المناطق الفيزيوغرافيّة

يمكن تقسيم أفريقيا إلى ثلاث مناطق رئيسيّة: الهضبة الشماليّة، والهضبة الوسطى الأرض تدريجيّاً عبر القارة من الشمال الغربيّ إلى الجنوب الشرقيّ، ويبلغ متوسطّ الخفيضة، باستثناء ساحل المتوسطّ وساحل غينيا، هي، عموماً، قطاعات ضيقة ت إنّ أبرز معالم الهضبة الشماليّة هي الصحراء الكبرى، التي تحتلّ أكثر من ربع ت ترتفع عدّة مناطق جبليّة. ففي الشمال الغربيّ، تقوم جبال الأطلس، التي تتألّف من والتي تمتدّ من المغرب إلى داخل تونس. ومن المرتفعات الأخرى الهامة، هناك فوتاج الكاميرون، في الجنوب. ويقع حوض بحيرة التشاد في وسط الهضبة الشماليّة إنّ الهضبة الوسطى والجنوبيّة أعلى بكثير من الهضبة الشماليّة وتشمل المنطقة الغر عدّة منخفضات كبيرة، أبرزها حوض نهر الكونجو وصحراء كالاھاري. وإلى ج

متر، ترتفع جبال دراكنسبرج، التي تمتدّ حوالي ١١٠٠ كيلومتر على طول الساحل الجنوبي الشرقي؛ وفي أقصى الجنوب، تغطّي هضبة قاحلة، تُعرف بالمرج العالي، القسم الأكبر من جنوب أفريقيا.

تقع المرتفعات الشرقية، وهي أعلى جزء من القارة، قرب الساحل الشرقي وتمتدّ من البحر الأحمر جنوباً إلى نهر الزمبيزي. يصل متوسط ارتفاع المنطقة إلى أكثر من ١٥٠٠ متر، لكنها ترتفع بالتدريج إلى نحو ٣٠٠٠ متر في الهضبة الأنثيوبية. ويشكّل رأس دشن (٤٦٢٠ متراً) أعلى قمة في الهضبة. إلى جنوب الهضبة الأنثيوبية، يرتفع عدد من القمم البركانية العالية، مثل جبل كيليمانجارو وجبل كينيا وجبل ايلجون. يشكّل وادي الصدع الكبير مغلماً طوبوغرافياً مميزاً للمرتفعات الشرقية، وهو شبكة صدعية كبيرة تخترق المنطقة من الشمال إلى الجنوب. غرب وادي الصدع الكبير، تمتدّ سلسلة روهونزوري، التي يبلغ أقصى ارتفاع لها ٥١١٩ متراً. تُظهر طوبوغرافيا جزيرة مالاچاسي (مدغشقر) هضبة وسطى وعرة تمتدّ في خطّ شماليّ جنوبيّ، عموماً، قرب الساحل الشرقي للجزيرة.

نظراً إلى أنّ القسم الأكبر من القارة الأفريقية لم يُغمَر بمياه البحر لملايين السنين، تكوّنت الأتربة محلياً، بفعل التجوية بشكل رئيسي، ولم تستفد سوى مناطق قليلة من الأتربة التي جرفتها الأنهار أو التيارات البحرية. تعاني الأتربة الأفريقية، في معظمها، تصريفاً غير منظم للمياه، وليس لها أيّ نطاق مائي واضح. إنّ معظم هذه الأتربة غير خصبة نسبياً، نظراً لارتشاح المعادن بسبب الأمطار الغزيرة وارتفاع درجات الحرارة. وتغطّي أيضاً الأتربة الصحراوية، التي لا تحتوي على أيّ مادة عضوية تُذكر، مساحات شاسعة من القارة. تشمل الأتربة الأكثر خصباً التربة الطرية المعروفة أيضاً بالتربة السوداء والمتواجدة في شرق أفريقيا، والتربة البُذْزُولِيَّة الرمادية المتواجدة في أجزاء من أفريقيا الغربية والجنوبية.

الثروة المائية

هناك ستّ شبكات صرف كبرى في أفريقيا. وباستثناء حوض التشاد، تصبّ جميع هذه الشبكات في البحر، وتقطعها جميعها شلالات أو منحدرات شديدة التحدّر تجعلها غير صالحة للملاحة. يجري نهر النيل على مسافة ٦٦٧١ كيلومتراً، ما يجعله أطول نهر في العالم. يتكوّن النيل من النيل الأزرق الذي ينبع من بحيرة تانا في إثيوبيا، والنيل الأبيض الذي ينبع من بحيرة فيكتوريا في شرق أفريقيا، ويجري النهر غرباً وشمالاً قبل أن يصبّ في البحر المتوسط. يصروف نهر الكونجو، الذي يبلغ طوله نحو ٤٦٧٠ كيلومتراً، القسم الأكبر من مياه وسط أفريقيا. ينبع هذا النهر في زامبيا ثم يسيل شمالاً وغرباً وجنوباً قبل أن يصبّ في المحيط الأطلسي. يشكّل نهر النيجر، الذي يجري في غرب أفريقيا، ثالث أطول نهر في أفريقيا، ويبلغ طوله حوالي ٤١٨٠ كيلومتراً؛ إذ تصلح أجزاءه العليا للملاحة إلّا في موسم الأمطار. ينبع النيجر من مرتفعات فوتاجالون ويجري شمالاً وشرقاً قبل أن يتحوّل إلى الجنوب ليصبّ في خليج غينيا. ينبع نهر الزمبيزي، الذي يبلغ طوله نحو ٣٥٤٠ كيلومتراً، في زامبيا في جنوب شرق أفريقيا ويجري جنوباً وشرقاً ليصبّ في المحيط الهندي. تعترض مجرى الزمبيزي عدّة منحدرات، تُعتبر شلالات فيكتوريا أكثرها مشهديّة وإثارة للإعجاب. يُصروف نهر أورانج مياه أفريقيا الجنوبية ويبلغ طوله، مع رافده نهر فال، حوالي ٢١٠٠ كيلومتر. ينبع هذا النهر من جبال دراكنسبرج ويجري غرباً إلى المحيط الأطلسي. تجتمع بحيرة التشاد، وهي بحيرة عذبة قليلة العمق لا يتجاوز متوسط عمقها ١,٢ متر، مياه الأنهار المجاورة وتشكّل إحدى أكبر مناطق الصرف الداخلية في أفريقيا.

تضمّ الوديان الصدعية العميقة في المرتفعات الشرقية مجموعة كبيرة من البحيرات. وتشمل هذه المجموعة الإستوائية من البحيرات بحيرة توركانا وألبرت وتانجانिका ومالاوي (نياسا). إلّا أنّ بحيرة فيكتوريا، وهي أكبر بحيرة في أفريقيا وثالث أكبر بحيرة في العالم، لا تنتمي إلى هذه المجموعة؛ وتحتلّ بحيرة فيكتوريا منخفضاً قليل العمق في المرتفعات الشرقية.

يشكّل التحكّم الفغال بمخزون المياه مشكلة كبيرة في أفريقيا. تعاني مناطق واسعة ضالّة المطر؛ وتتلقّى مناطق أكثر امتداداً أمطاراً غير منتظمة، ما يضطّرها إلى خزن المياه للإحتياط ضد تأخر هطول المطر أو هطول كمية غير كافية منه. بالمقابل، تتلقّى مناطق أخرى كمّيّات مفرطة من المياه فتتشكّل مستنقعات شاسعة، وتعاين مناطق واسعة فيضانات دورية. في السنين القليلة الماضية، أنشئء الكثير من السدود والخزّانات لتوجيه المياه في أقبية للرّي ولتوليد الطاقة الكهربائية. نظراً للعدد الكبير من الأنهار الأفريقية وشدّة تحدّر مجاريها، يُقدّر الخبراء أن أفريقيا تملك نحو ٤٠٪ من السعة الكهربائية الإجمالية في العالم. ومن أهم السدود الأفريقية، نذكر سدّ أسوان العالي على نهر النيل وسدّ أكوسومبو على نهر الفولتا وسدّي كاريبا وكابورا باسا على نهر الزمبيزي.

المناخ

تتميّز أفريقيا، أكثر من أيّ قارة أخرى، بمناخ متماثل عموماً. وبعود ذلك إلى موقع القارة في المنطقة بين المدارين، وتأثير التيارات المحيطيّة الباردة، وغياب السلاسل الجبلية التي تعمل كحواجز أو حدود مناخية.

يمكن تمييز سبع مناطق مناخية رئيسيّة في أفريقيا. في الجزء الأوسط من القارة والساحل الشرقيّ للمالاچاسي، يسود مناخ غابة المطر الاستوائية. يبلغ المعدّل السنويّ لدرجات الحرارة في هذه المنطقة حوالي ٢٦,٧ مئوية، ويصل المعدّل السنوي لسقوط المطر إلى نحو ١٧٨٠ مليمترًا. يشبه مناخ الساحل الغيني المناخ الإستوائي، باستثناء أنّ سقوط المطر مركّز في موسم واحد؛ ولكن، ليس من أشهر جافّة عديمة المطر في هذه المنطقة.

إلى الشمال والجنوب، تحلّ مكان مناخ غابة المطر منطقة مناخية، تُعرف بالسفناء المدارية، تشمل حوالي ثُمس مساحة القارة. يتميّز مناخ هذه المنطقة بموسم رطب في الصيف وموسم جافّ في الشتاء. ويتراوح معدّل سقوط المطر الاجماليّ من ٥٥٠ مليمترًا إلى ما يزيد عن ١٥٥٠ مليمترًا. مع الابتعاد عن خطّ الإستواء، إلى الشمال وإلى الجنوب، تندرج منطقة السفناء المناخية لتتحوّل إلى منطقة سهوب أكثر جفافاً. يتراوح المعدّل السنويّ لسقوط المطر في هذه المنطقة بين ٢٥٠ و ٥٠٠ مليمتر، وتهطل هذه الأمطار في موسم واحد.

إنّ مساحة الأراضي الأفريقية الواقعة في المنطقتين المناخيتين الحافة والصحراوية تفوق نسبياً مساحة الأراضي الحافة في أيّ قارة أخرى، باستثناء استراليا. وتتلقّى كلّ من هذه المناطق – الصحراء الكبرى في الشمال، وصحراء كالاهاري وناميبيا في الجنوب الغربيّ – أقل من ٢٥٠ مليمترًا من المطر سنويًا. في الصحراء الكبرى، تسجّل درجات الحرارة درجات قصوى يومية وموسميّة متطوّفة. يصل معدّل درجات الحرارة في شهر تموز إلى أكثر من ٣٢,٢ مئوية؛ وفي الموسم البارد، غالباً ما تسقط درجة الحرارة تحت الصفر.

في المنطقتين الواقعتين في أقصى الشمال الغربيّ وأقصى الجنوب الغربيّ من أفريقيا، يسود مناخ متوسطيّ يتميّز بشتاء لطيف ورطب وصيف حارّ وجافّ. في مرتفعات شرق آسيا، خصوصاً في كينيا وأوغندا، تتوزّع الأمطار بشكل شبه متماثل على مدار السنة، وتتساوى درجات الحرارة. ويسود مناخ معتدل على الهضبة العالية في أفريقيا الجنوبية.

الغطاء النباتي

يمكن تصنيف الحياة النباتية في أفريقيا وفقاً لمعدّل سقوط المطر والمناطق المناخية. في منطقة غابة المطر الإستوائية، حيث يزيد معدّل سقوط المطر عن ١٢٧٠ مليمترًا، تغطّي السطح طبقة كثيفة من الجنبات (الشّجيرات) ونباتات السرخس^(١) والأشنة (الطحالب)، تعلوها أشجار دائمة الخضرة ونخل دهنيّ وأنواع كثيرة من ذوات الخشب الصلب الاستوائية. في الجبال العالية في الكاميرون وأنجولا وشرق أفريقيا وأجزاء من إثيوبيا، تقع منطقة غابات جبلية تتلقّى كمية أمطار سنوية، لا تقلّ كثيراً عن كمية الأمطار التي تهطل في غابات المطر الاستوائية. تغطّي أرض هذه المنطقة طبقة من الجنبات الخفيفة، ترتفع فوقها أشجار من ذوات الخشب الصلب والنخل الدهني والصنوبريات البدائية. في منطقة السفناء الحرجية، التي تتلقّى كمية مطر سنوية تتراوح بين ٨٩٠ و ١٤٠٠ مليمتر، تغطّي طبقة من الأعشاب والجنبات المقاومة للحريق مساحات شاسعة من الأراضي، وتنمو فوقها أشجار معبلة^(٢) وقرنية مقاومة للحريق. في منطقة السفناء العشبية، التي تتلقّى كمية مطر سنوية تتراوح بين ٥٠٠ و ٨٩٠ مليمترًا تقريباً، تغطّي الأرض أعشاب قصيرة وجنبات خفيفة، وتنتشر فوقها شجيرات صغيرة معبلة. تتميّز منطقة الشجيرات الشائكة (نباتات سهبية)، التي تتلقّى كمية مطر سنوية تتراوح بين ٣٠٠ و ٥١٠ مليمترات، بغطاء عشبيّ رقيق، وعدد قليل من الأشجار الغصارية ونصف الغصارية المبعثرة هنا وهناك. تتلقّى المنطقة الغيَشيّة (ذات الجنبات الخفيفة) المجاورة للصحراء كمية أمطار سنوية تتراوح بين ١٣٠ و ٣٠٠ مليمتر، وتغطّيها طبقة من الأعشاب والجنبات الخفيفة المبعثرة. في المنطقة الصحراوية، حيث لا يتجاوز المعدّل السنوي لسقوط المطر ١٣٠ مليمترًا، تنمو النباتات بشكل متناثر أو تنعدم تماماً.

الحياة الحيوانية

نجد منطقتين متميّزتين من الحياة الحيوانية في أفريقيا: المنطقة الشمالية والشماليّة الغربية، التي تشمل الصحراء الكبرى؛ والمنطقة الأنثيوبية، التي تشمل جميع الأراضي الواقعة إلى جنوب الصحراء الكبرى. تتميّز المنطقة الشمالية والشماليّة الغربية بحيوانات شبيهة بحيوانات أوراسيا. تكثر في هذه المنطقة الخراف والماعز والحياد والجمال. ويشكّل خروف المغرب والأثل الأفريقيّ الأحمر وضربان من تيس الجبل (أو الوعل) أنواعاً بلديّة تميّز بها الساحل الأفريقيّ الشماليّ. يعيش ثعلب الصحراء والأرنب البري والغزال والجربوع (قارض قفّاز صغير) في الصحراء الكبرى. تشتهر المنطقة الأنثيوبية بالتنوّع الكبير في الحيوانات والطيور المميّزة التي تسكنها. تعيش في الأراضي الحرجيّة والعشبية أنواع كثيرة من الطّيّا، الأيائل، العنّائي (الحمار الوحشي)، الزرافة، الجاموس، الفيل الأفريقيّ، وحيد القرن، الرُتّاج وسعادين مختلفة. وتشمل اللواحم، أو

^[1] السرخس: شجرة خضراء يبلغ طول بعض منها حوالي ٢٤ متراً، وكانت هذه الشجرة السائدة في العالم منذ ٣٠٠ مليون سنة.

^[2] معبلة: أشجار تسقط أوراقها عند اقتراب موسم البرد.

الحيوانات الآكلة للّحم، الأسد والفهد والفهد الصياد والضبع وابن آوى والنمس. تعيش الغوريلاً، أكبر قرد في العالم، في غابات المطر في أفريقيا الإستوائية، حيث تسكن أيضاً السعادين والسناجب الطائرة والخفافيش والليّموريّات.

تنتمي معظم الطيور إلى مجموعات أوراسية. يشكّل الغرغر، أو الدجاج الحبشيّ، طريدة هامة للصيد. تتجمّع الطيور المائية، لا سيّما طيور البجع ومالك الحزين العملاق والثّقُلّ والبِلشُون الأبيض، في أعداد كبيرة جدّاً. يعيش طائر أبو منجل في منطقة النيل، وتتواجد النعامة في المناطق الشرقية والجنوبية من أفريقيا. الزواحف الأفريقية هي في معظمها من أصل أوراسي، وتشمل العظاء والتماسيح والسلاحف. وتنتشر مجموعة منوّعة من الحيات السامة، ومنها العقبة، في أنحاء المنطقة الأنثيوبية. ومن الحيات العاصرة، نجد الأصلّة في غرب أفريقيا بشكل رئيسيّ، فيما يقتصر وجود البواء العاصرة على جزيرة مالاچاسي. تزخر الأنهار والبحيرات بأعداد وفيرة من الأسماك، التي تزيد أنواعها المعروفة عن ٢٠٠٠ نوع. تعيش في أفريقيا مجموعة كبيرة ومنوّعة من الحشرات المضيّرة، وأبرزها البعوض والنمل الرخاف والأرض والجراد وذباب النسي تسي. وتنقل ذبابة النسي تسي مرض النوم إلى الإنسان والحيوان (ويُعرف هذا المرض عند الحيوانات بالناغانة).

الموارد المعدنية

تتمتّع أفريقيا بموارد معدنيّة غنيّة، وتحتوي أرضها على معظم أنواع الخامات المعروفة في العالم، التي يتوفّر الكثير منها بكميّات كبيرة، لكنّ توزيعها الجغرافي غير متساو. تتوفّر المحروقات الأحفوريّة بكميّات وفيرة، وتشمل تراكمات كبيرة من الفحم والنفط والغاز الطبيعيّ. تملك أفريقيا بعض أكبر الكمّيّات الإحتياطية في العالم من الذهب والماس والنحاس واليوكسيت والمنغيز والنيكل واليلائين والكوبلت والراديوم والجرمانيوم والليثيوم والتيتانيوم والفوسفات. ونجد أيضاً موارد معدنيّة مهمّة أخرى مثل الحديد الخام والكروم والقصدير والزنك والريصاص والثوريوم والزركونيوم والفناديوم والأنتيمون والبريليوم. ونجد أيضاً كمّيّات قابلة للاستثمار من الصلصال والميكا والكبريت والملح والنطرون والجرافيت والحجر الكلسيّ والجصّ.

التطوّر الاقتصادي

كان معظم الأفارقة تقليديّاً من المزارعين والرعاة الذين زرعوا المحاصيل، وربّوا الماشية لتأمين معيشتهم. وكانت الصناعة والحرف أنشطة تشغل جزءاً فقط من يوم العمل. أنشأت بضع دول شبكات تجاريّة خارجيّة بعيدة المدى، وفي هذه الأماكن سمحت المنشآت المتطوّرة المخصّصة للتبادل وأيضاً التخصص الصناعي وشبكات الاتصال والثّني الحكوميّة المتطوّرة، بالبقاء على الحركة التجارية. لكنّ مشكلات النقل والإتصال والإختلافات في العملة وغيرها من التضاربات، قد حدّثت بشكل إجماليّ النشاط التجاريّ في أفريقيا.

مع الإستعمار الأوروبيّ، جاء الطلب من الخارج على منتجات معدنيّة وزراعيّة معيّنة، وحدثت هجرة داخلية لبلد العاملة؛ وأنشئت شبكات نقل جديدة وأكثر أماناً، وأدخلت التكنولوجيا والمرووعات الأوروبية؛ ونشأ اقتصاد تبادليّ حديث. وقد أضعفت السلع الأوروبية الأبيض ثمناً أو الأفضل نوعية، في الكثير من الأحوال، الصناعات والحرف المحلية، كالنسيج وصناعة الحديد مثلاً. نشأت وتطوّرت الصناعات التحويليّة وأيضاً المرافق والمراكز الاداريّة. وبرزت للوجود مجموعة منوّعة من الصناعات الإستهلاكية لتلبية الحاجات المحلية الناشئة حديثاً. من المعالم المميّزة للاقتصاد الأفريقيّ، تواجد الإقتصاد الكفافيّ، جنباً إلى جنب، مع الاقتصاد التبادليّ. ويتوقّف النموّ الاقتصاديّ المستقبليّ على توفّر رؤوس الأموال للتوظيف والإستثمار، والطلب العالميّ على الموادّ الخام المحليّة، وتوفّر مصادر الطاقة، وحجم الأسواق المحلية.

الزراعة

على رغم توسّع ونمّ التجارة والصناعة وأهميّة هذين النشاطين بالنسبة للإقتصاد، لا يزال معظم الأفارقة يعملون في الزراعة وتربية الماشية. في شمال وشمال غرب أفريقيا، يشكّل القمح والشوفان والذرة والشعير أهم الحبوب المزروعة، ويُعتبر البلح والزيتون والحمضيات أهم محاصيل الأشجار المثمرة؛ كما تُزرع أيضاً مجموعة كبيرة ومنوّعة من الخضّر. تشكل قطعان الماعز والغنم أهمّ المواشي التي تربّى في أفريقيا. وفي منطقة الصحراء الكبرى، يربّي الرعيان البدو الجمال، ويزرع بعض المزارعين الساكنين في الواحات أشجار النخل والحبوب. إلى جنوب الصحراء الكبرى، تراجعت الزراعة المتقلّبة – وهي طريقة يجري فيها حرق وتنظيف وزرع مساحات صغيرة من الأرض ثم تركها تعود إلى أرض دغليّة – أمام الزراعة الثابتة. تشكل الحبوب القسم الأكبر من المحاصيل خارج غابات المطر؛ ويُزرع الأرزّ واليام والمنيهوت والبامية وموز الحنّة والموز لتأمين الطعام. لا يمكن تربية الأبقار في المناطق التي تغزوها ذبابة النسي تسي باستمرار، أيّ في أكثر من ثلث مساحة القارة. خارج مناطق تواجد ذبابة النسي تسي والغابات الكثيفة، تُربّى الأبقار بأعداد كبيرة، خصوصاً للّحم. إنّ تربية المواشي لإنتاج الحليب نشاط محدود نوعاً ما، ويتواجد بشكل رئيسيّ حول المدن في المناطق الشرقية والجنوبية من القارة.

على رغم أنّ حوالي ٦٠٪ من مجمل الأراضي المزروعة مخصّصة للزراعة الكفافية (المخصّصة لتأمين الطعام)، تنتشر الزراعة التجارية في جميع أنحاء القارة. تُزرع الموادّ الغذائيّة لتلبية حاجات الأسواق المدنيّة المحلية، لكنّ الأفارقة يزرعون البنّ والقطن والكاكاو (حبوب الكاكاو) والفسق والنخل الدهني والتبغ للتصدير. وبالنسبة لبعض الصادرات الزراعية، مثل الكاكاو (حبوب الكاكاو) والفسق وكيش القرنفل والسيزال، تنتج أفريقيا أكثر من نصف الإنتاج العالمي. وتركّز المزارع التي يملكها الأوروبيون، والمتواجدة بشكل أساسيّ في المناطق الشرقية والجنوبية من أفريقيا، على إنتاج الحمضيات والتبغ وغيرها من الموادّ الغذائيّة المعدّة للتصدير.

الحراجة وصيد الأسماك

تغطّي الغابات حوالي ربع مساحة أفريقيا الإجمالية، غير أنّ قسماً كبيراً من الأشجار ليس له أي قيمة تجاريّة، إلّا كوقود محليّ. يُعتبر الجابون أحد أكبر منتجي الأوكمي، وهو خشب يُستعمل في صنع الخشب الرقائقيّ؛ كما أنّ شاطئه العلاج وليبيريا وغانا ونيجيريا هي من أكبر البلدان المصدّرة للأخشاب الصلبة. يتركّز صيد الأسماك في داخلية القارة في بحيرات وادي الصدع الكبير وفي العدد المتزايد من المزارع المخصّصة لتربية الأسماك. ينتشر صيد الأسماك في المحيط على نطاق واسع لتأمين الإستهلاك المحليّ، ويرتدي هذا النشاط أهمية تجاريّة كبيرة قبالة المغرب وناميبيا وجنوب أفريقيا.

التعدين

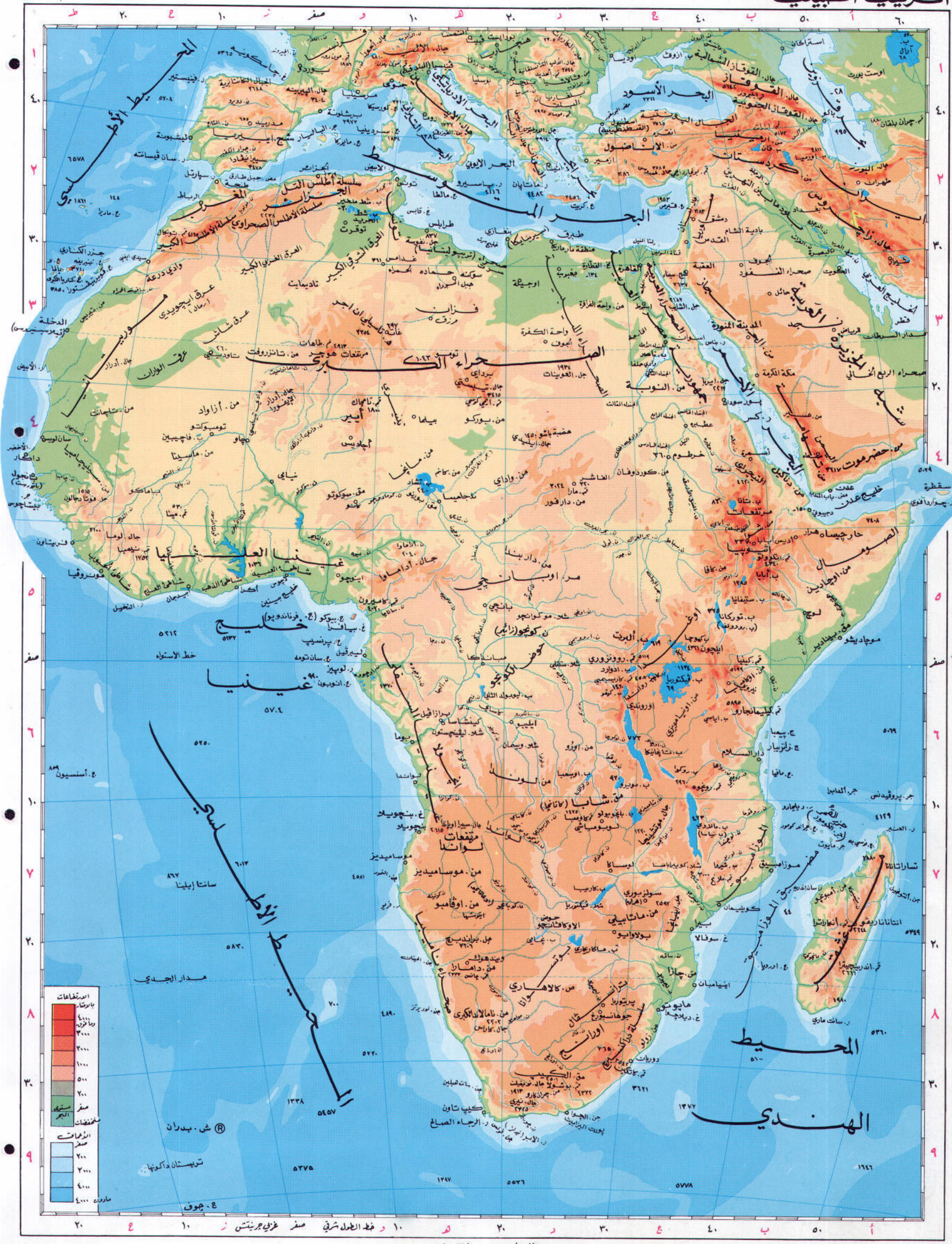
يؤمّن استخراج الخامات القسم الأكبر من عائدات الصادرات الأفريقية، وتشكّل الصناعات الإستخراجيّة أكثر القطاعات تطوّراً في اقتصاد معظم الدول الأفريقية. تؤمّن جنوب أفريقيا حوالي نصف دخل أفريقيا من الخامات؛ ويأتي قسم كبير من هذا الدخل من تعدين الذهب والماس. أما البلدان الأخرى الرئيسيّة المنتجة للخامات، فهي ليبيا (نفط) ونيجيريا (نفط، غاز طبيعيّ، فحم، قصدير) والجزائر (نفط، غاز طبيعيّ، ركاز حديديّ) وزامبيا (نحاس)، كوالث، فحم، رصاص، زنك). ويتواجد النفط أيضاً على طول الساحل الأفريقيّ الغربيّ في حوض الجابون وجمهورية الكونجو وجمهورية الكونجو الديمقراطيّة وأنجولا. وتُستخرج أيضاً كمّيّات كبيرة من الأورانيوم، خصوصاً في جنوب أفريقيا والنيجر وجمهورية الكونجو الديمقراطيّة وجمهورية أفريقيا التّوسّطى والجابون. ويقع أكبر مخزون من الراديوم في العالم في جمهورية الكونجو الديمقراطيّة. يتركّز نحو ٢٠٪ من احتياطيّ النحاس العالميّ في زامبيا وجمهورية الكونجو الديمقراطيّة وجنوب أفريقيا وزيمبابويه. وتملك جمهورية الكونجو الديمقراطيّة أيضاً حوالي ٩٠٪ من مخزون الكوبالت المعروف في العالم، فيما تحتوي أرض سيراليون على أكبر احتياطيّ تيتانيوم معروف في العالم. تنتج أفريقيا نحو ثلاثة أرباع الذهب في العالم؛ وأهمّ الدول المنتجة جنوب أفريقيا، تليها زيمبابويه وجمهورية الكونجو الديمقراطيّة وغانا. تنتج مناجم جنوب أفريقيا وجمهورية الكونجو الديمقراطيّة كلّ الكميّة المنتجة تقريباً في العالم من الحجارة الكريمة والماس الصناعي. تنتشر الأركزة الحديديّة في جميع أنحاء القارة. لطالما كانت الشركات العالمية الكبيرة، ولا تزال، تستثمر الموارد المعدنية في أفريقيا. إلّا أنّ الحكومات الأفريقية قد أصبحت بشكل متزايد، في السنوات الأخيرة، من المساهمين المهمّين في عمليّات التعدين داخل البلد.

الصناعة

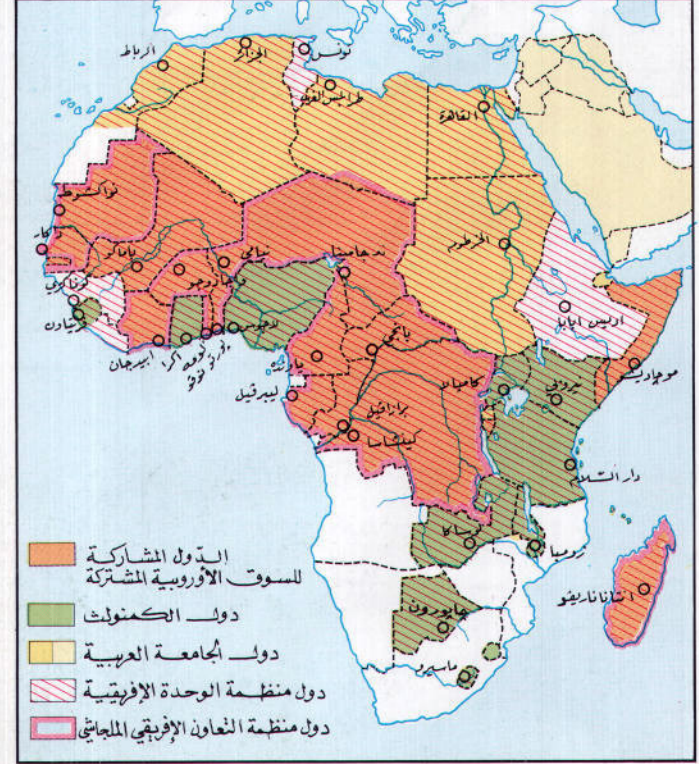
نشأ الصناعات التحويلية، مثل التكرير وتنقية المعادن، عن استخراج المعادن والنفط، وتتواجد هذه الصناعات في معظم البلدان الغنيّة بالخامات المعدنية والتي تتوفّر فيها الطاقة الكافية. يقوم معظم النشاط الصناعي الأفريقيّ في جنوب أفريقيا، حيث تتركّز الصناعات الثقيلة، مثل إنتاج المعادن وصناعة الآلات وصناعة وسائل النقل. وقد أنشئت أيضاً مراكز صناعيّة كبيرة في زيمبابويه ومصر والجزائر وأنجولا من البلدان المهتمة المنتجة للنفط. ويُصدّر الغاز الطبيعيّ، في مجمله تقريباً، من الجزائر. يتركّز الفحم في زيمبابويه وجنوب أفريقيا، ويُستعمل القسم الأكبر من الإنتاج داخليّاً. تحتاج البلدان الأفريقية الأخرى إلى استيراد المحروقات. تملك أفريقيا ٤٠٪ من القدرة الكهربائية في العالم، إلّا أنّ نسبة صغيرة منها فقط قد طُوّرت واستُثمرت، ويعود السبب في ذلك إلى ارتفاع نفقات البناء وصعوبة الوصول إلى المواقع وبعدها عن الأسواق. ولكن، منذ العام ١٩٦٠، شُيّد عدد من الإنشاءات الكهربائية الكبيرة.

الطاقة

تُعتبر نيجيريا وليبيا والجزائر وأنجولا من البلدان المهتمة المنتجة للنفط. ويُصدّر الغاز الطبيعيّ، في مجمله تقريباً، من الجزائر. يتركّز الفحم في زيمبابويه وجنوب أفريقيا، ويُستعمل القسم الأكبر من الإنتاج داخليّاً. تحتاج البلدان الأفريقية الأخرى إلى استيراد المحروقات. تملك أفريقيا ٤٠٪ من القدرة الكهربائية في العالم، إلّا أنّ نسبة صغيرة منها فقط قد طُوّرت واستُثمرت، ويعود السبب في ذلك إلى ارتفاع نفقات البناء وصعوبة الوصول إلى المواقع وبعدها عن الأسواق. ولكن، منذ العام ١٩٦٠، شُيّد عدد من الإنشاءات الكهربائية الكبيرة.



افريقيا: التنظيم السياسي والاقتصادي



زيمبابويه: جبال هوندا فيل.

الإكتشاف والتوغّل الأوروبي في إفريقيا



افريقيا: مناطق الإنتاج الزراعي المخصص للتجارة ومُنشآت النقل المتعلقة بها

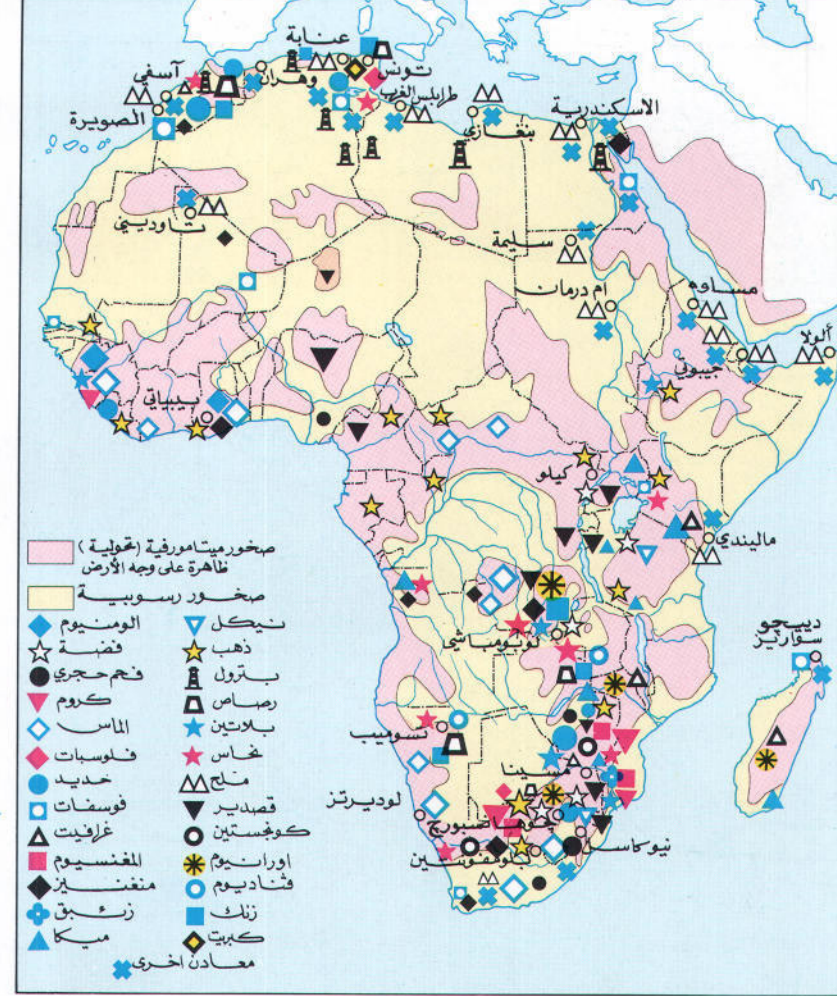


زيمبابويه: مجمع سباحي في مدينة مأكاسا.



زيمبابويه: فندق شلالات فيكتوريا.

افريقيا: الجيولوجيا وأحواض المعادن



افريقيا: نمط الاقتصاد البدائي



زيمبابويه: مزارع الشاي في وادي هوند.



كينيا: الأفيال في غابات كينيا.

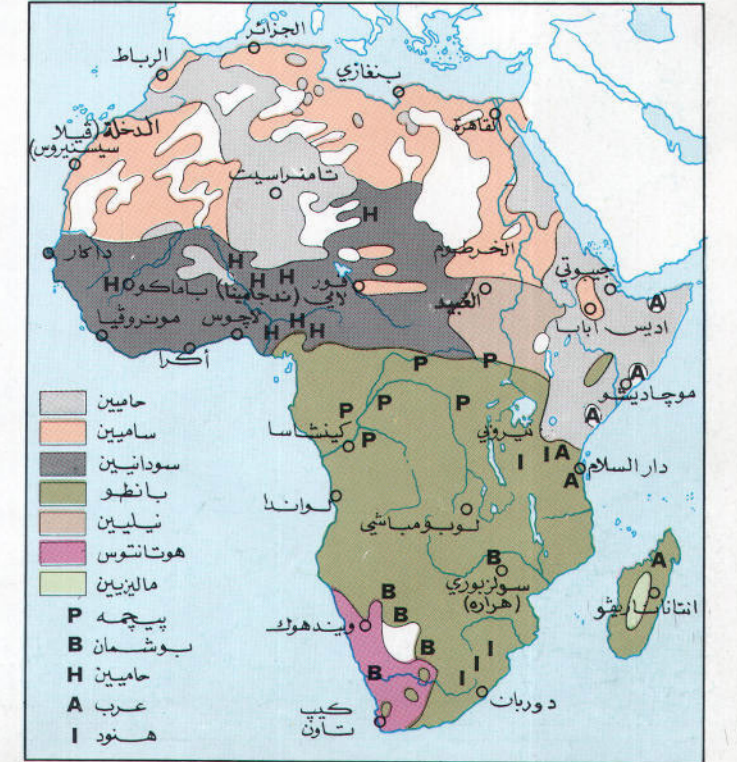


انجولا: الشاطئ الأطلسي في مدينة بنجويلا.

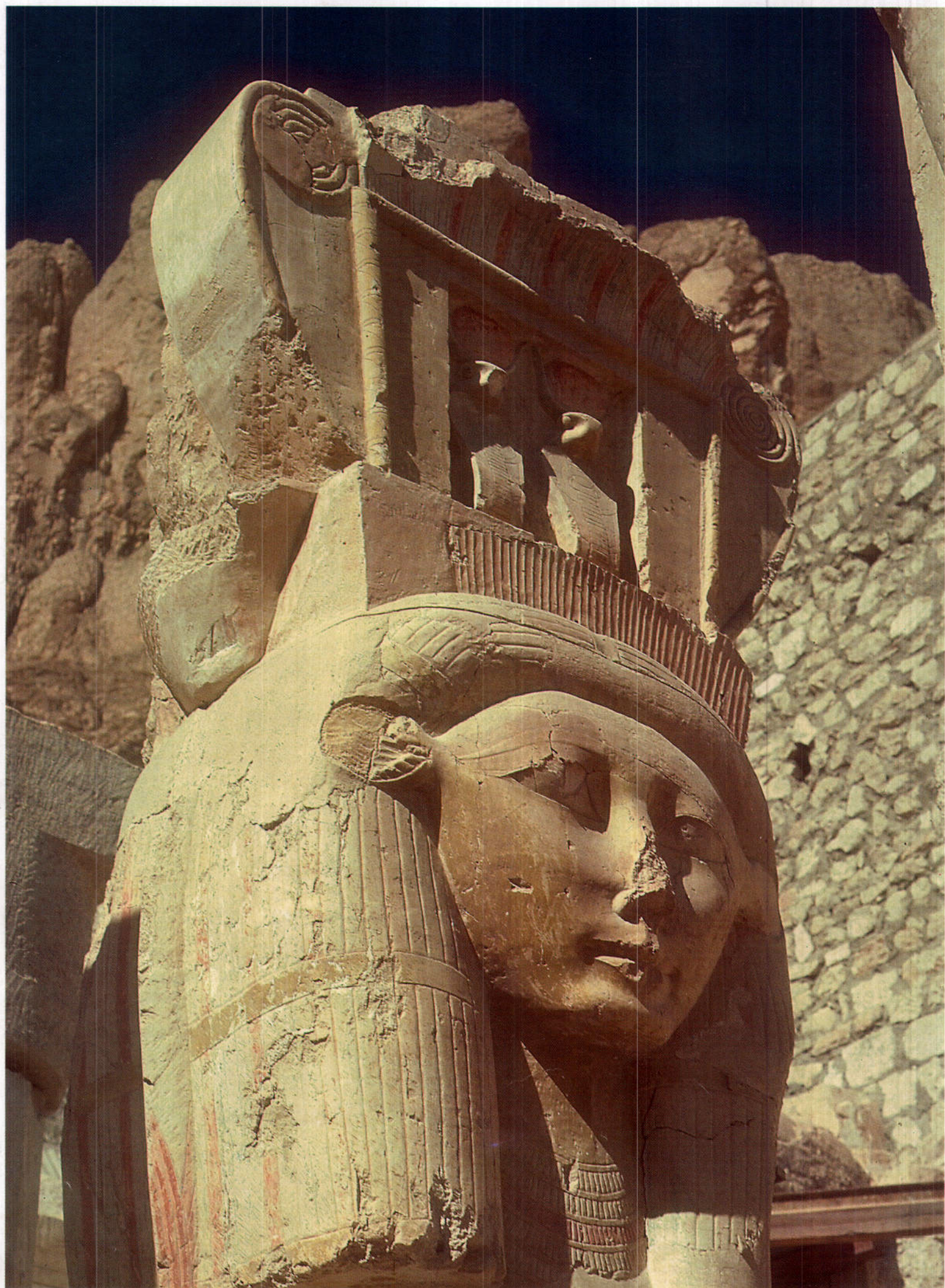


سوق السجاد.

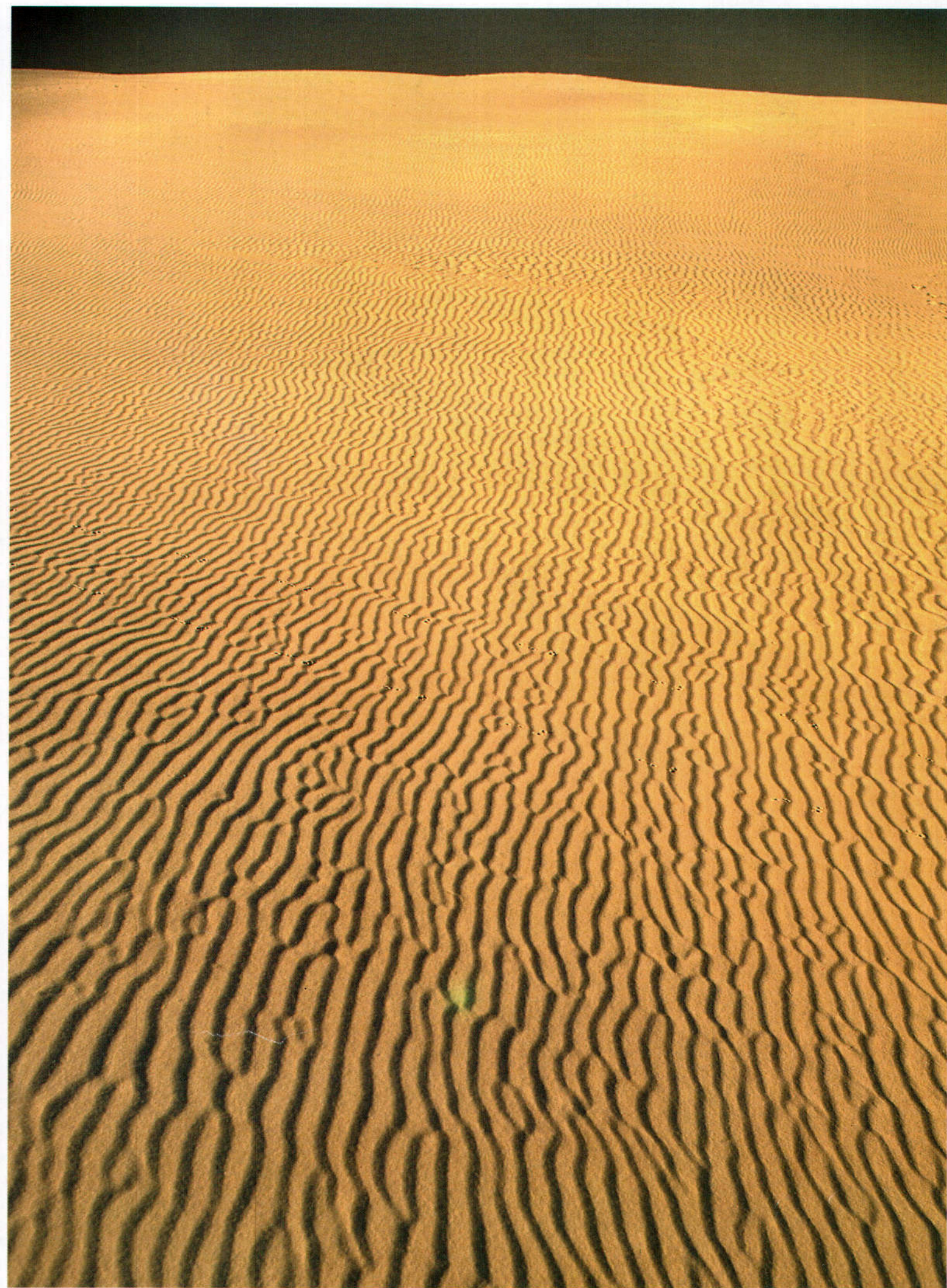
التوزيع البياني لسكان افريقيا الأصليين



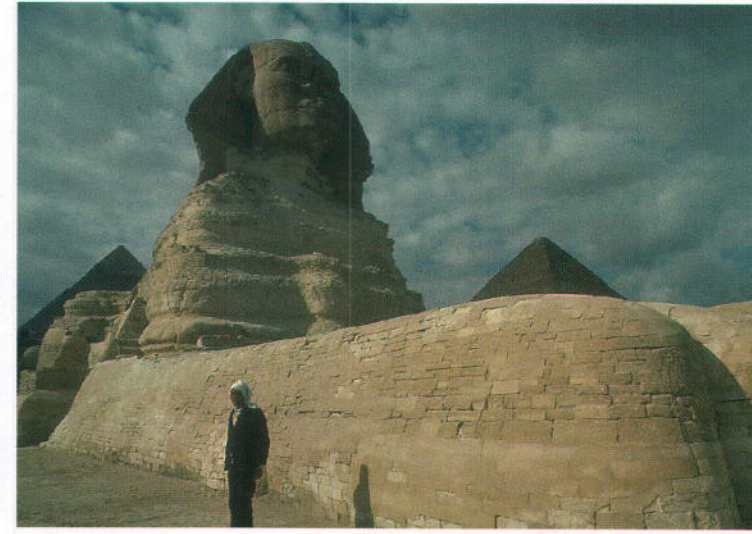




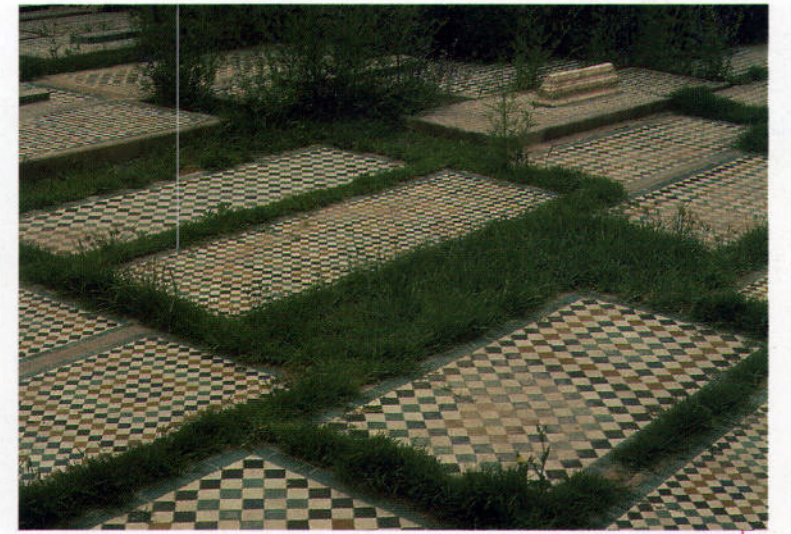
مصر: دير البحري.



مشهد للكثبان الرملية في الصحراء الكبرى



مصر: سفينكس الكبير في الجيزة.



المغرب: مقابر سعديان.



الجزائر: واحة في الصحراء.



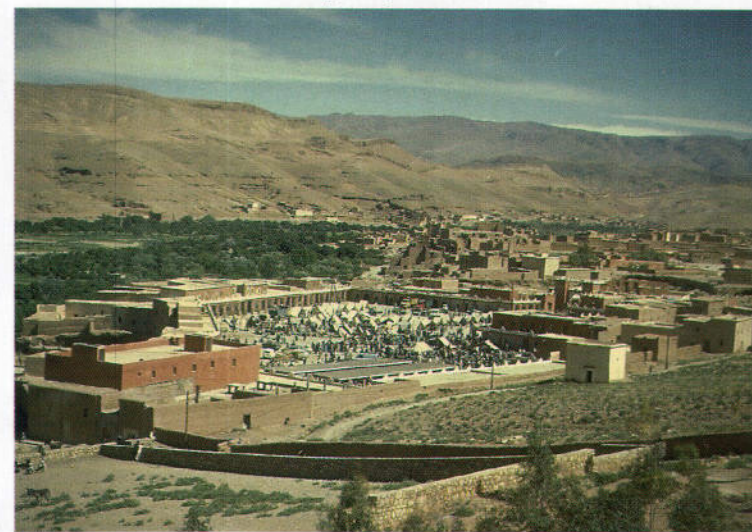
المغرب: مشهد لمطعم في المغرب.



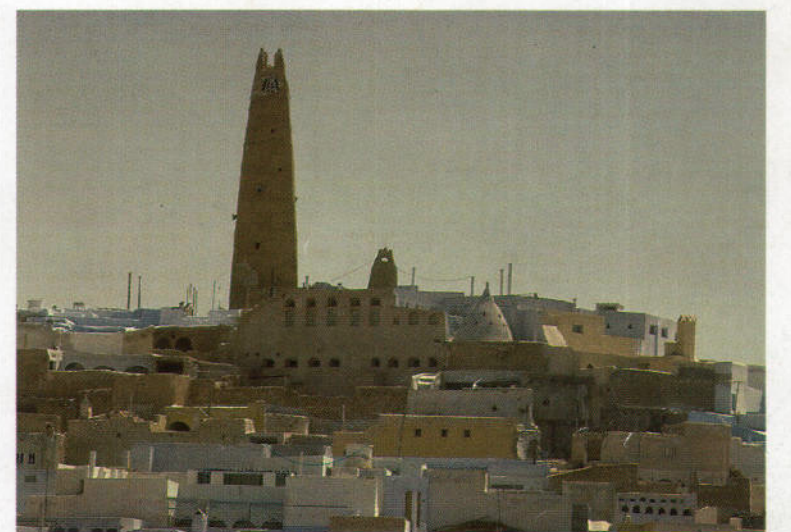
تونس: بائع الحلي.



الجزائر: سوق المدينة.



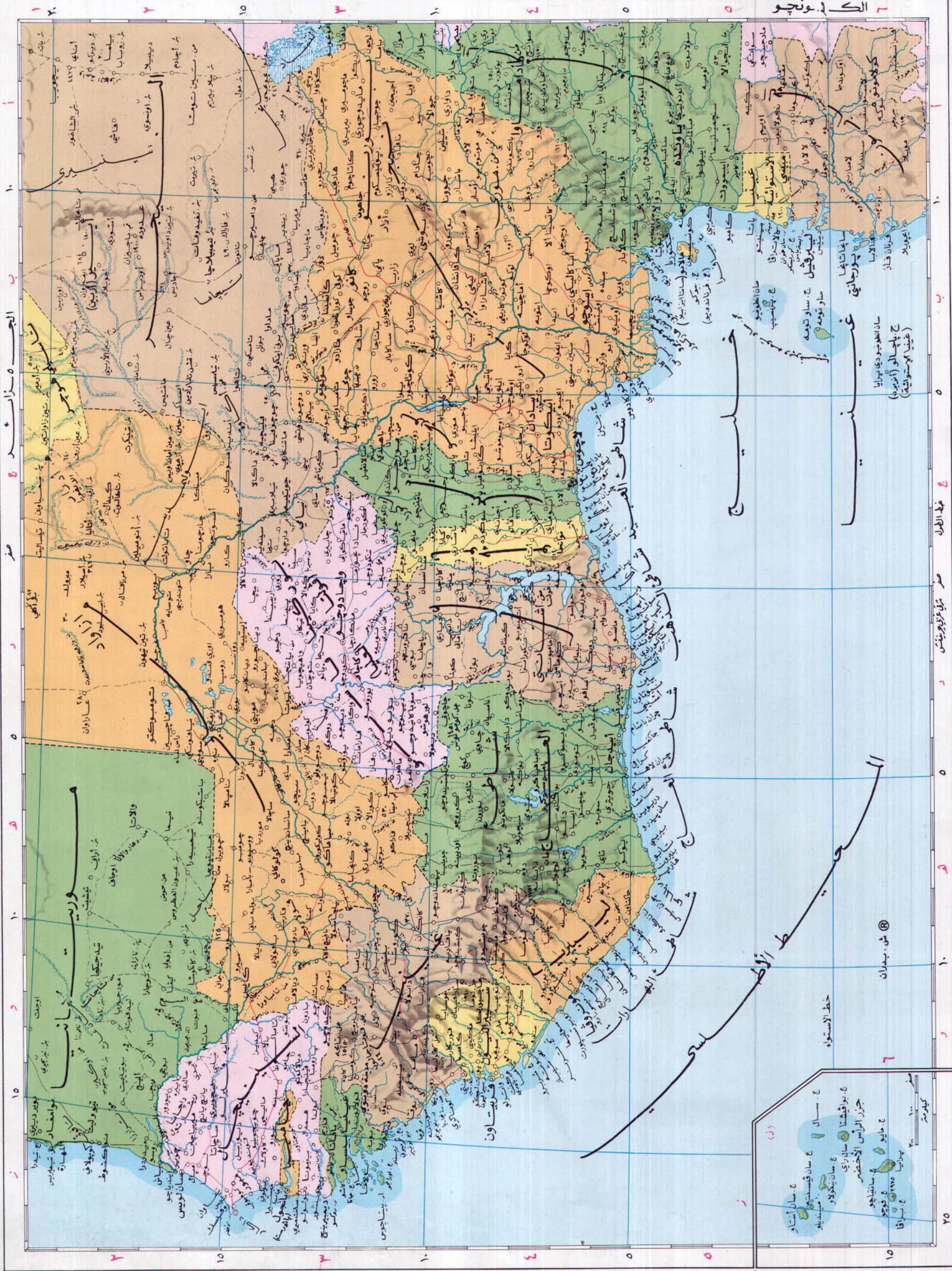
المغرب: مشهد لقرية.



الجزائر: المسجد الرئيسي.

افريقيا الغينية

خريطة رقم ٢٢



مالي: سوق البرتقال.



كينيا: كوخ قش بجانب بحيرة توركانا.



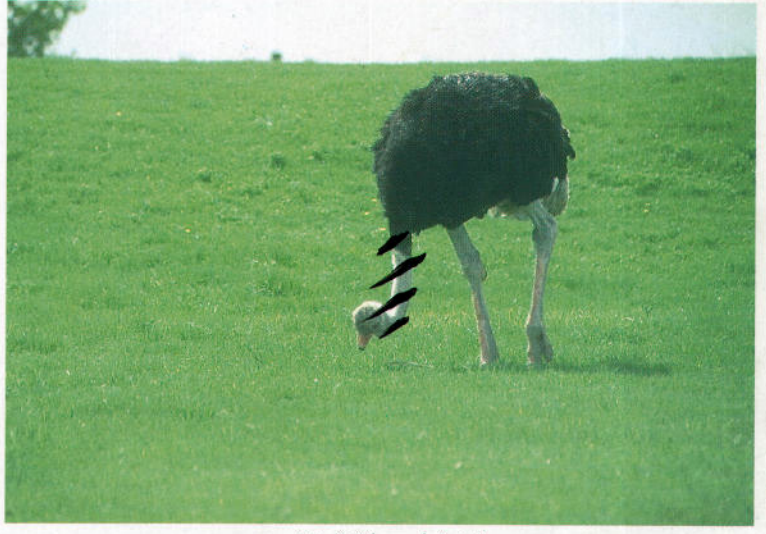
كينيا: مشهد لقوس القزح على بحيرة بوجاوا.



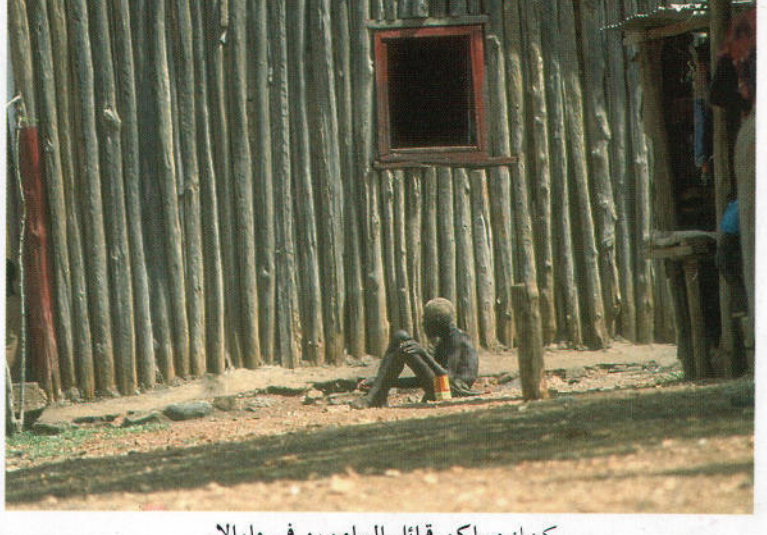
النيجر: سوق بجانب نهر النيجر.



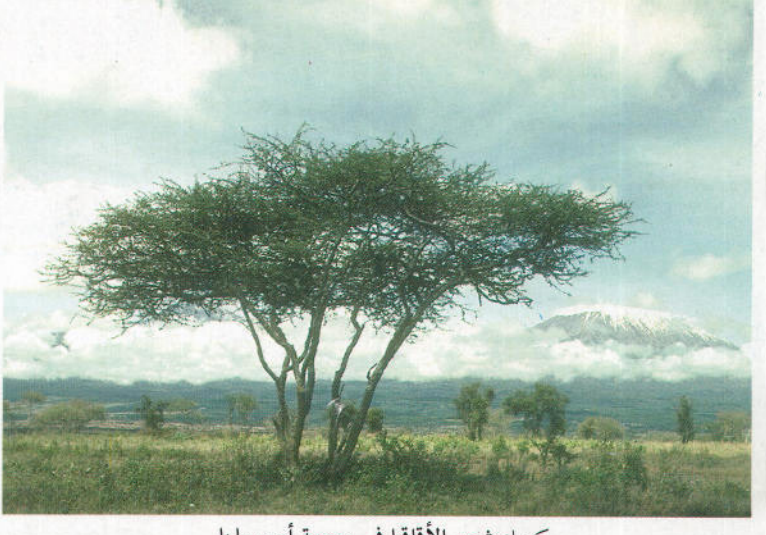
كينيا: طائر الفلامنجو.



النعامة في منطقة السفناء.



كينيا: مساكن قبائل السامورو في مارالا.

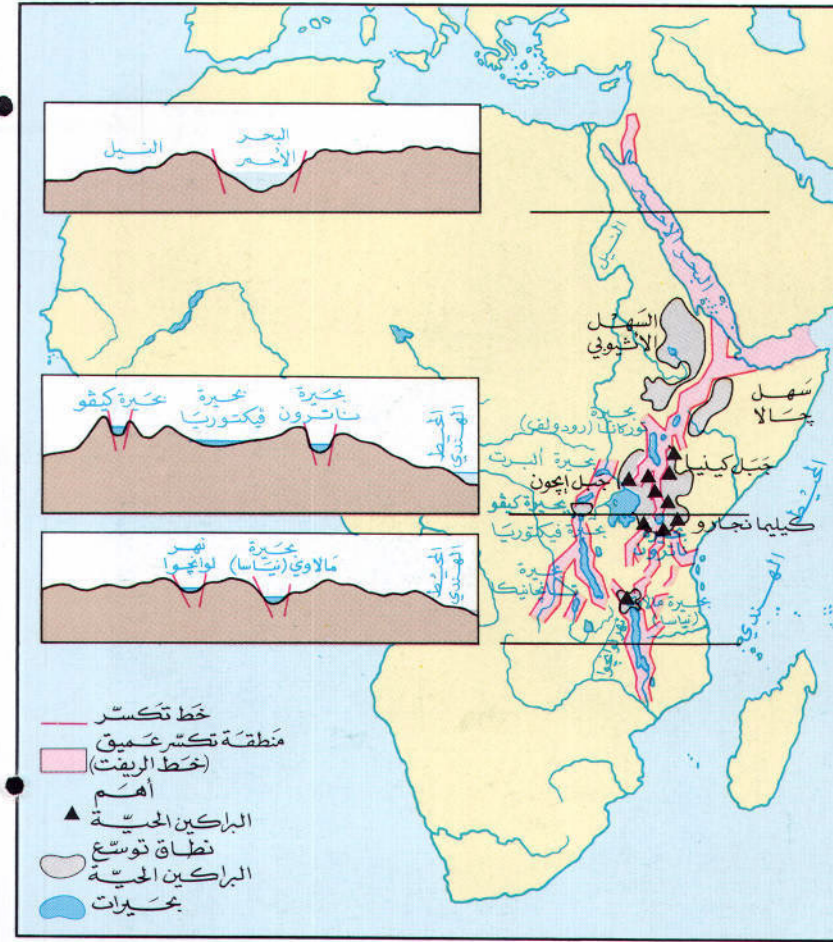


كينيا: شجر الأفاقيا في محمية أموسيلينا.



زيمبابويه: شلالات فيكتوريا.

طريقة تشق افريقيا الشرقية



العرض ٣ جنوب خط الاستواء. وكان أول الواصلين إلى قمة كيبو، الجغرافي الألماني هانس ماير والمتسلق النمساوي لودفيج بورتشيلير، وذلك في العام ١٨٨٩. وأول الواصلين إلى قمة ماونزي الجغرافي الألماني فريتز كلوت، وذلك في العام ١٩١٢. وتعد بلدة موشي الواقعة عند السفح الجنوبي، أبرز مراكز التجارة في المنطقة ونقطة انطلاق المتسلقين.

(١) الغابة الغيمية: غابة استوائية على سفح جبل تغطيها الغيوم حتى في فصول الجفاف.

(٢) الأشنة: نباتات شبيهة بالطحالب.

(٣) السيزال: نبات ليفي يستخدم في صناعة الحبال.

(٤) البايثروم: نبات شبيه بالبايوتج.



كينيا: ظهور قوس القزح بعد العاصفة.



كينيا: مرتفعات البركان القديم في محمية تسافو.

(إلى اليسار) كيليمانجارو: جبل بركاني في شمال شرق تانزانيا على حدود كينيا. يرتفع مخروطه الأوسط المسمى كيبو ٥٨٩٥م فوق سطح البحر، وهو أعلى نقطة في أفريقيا. ويعد كيليمانجارو حوالي ١٦٠ كم إلى الشرق من وادي صدع شرق أفريقيا، وحوالي ٢٢٥ كم إلى الجنوب من نيروبي. يتألف من ثلاث قمم عبارة عن براكين خامدة رئيسية هي: كيبو وماونزي وشيرا. كيبو هو الأحدث تكويناً والأعلى بين الثلاثة، ويتخذ شكلاً مخروطياً نموذجياً وله فوهة نموذجية أيضاً، ويرتبط بتكوين جبلي يشبه الشرح طوله ١١ كم ومعدل ارتفاعه ٤٦٠٠ م يصله بماونزي الذي يرتفع ٥١٥٠ م فوق سطح البحر، وهو وسط جبلي لقمة قديمة. أما قمة شيرا التي ترتفع ٣٨٠٠ م عن سطح البحر فهي ما تبقى من فوهة بركانية أقدم من كيبو وماونزي. وتحت التكوين الشبيه بالشرح، ينحدر جبل كيليمانجارو في انحناء بركانية مثالية إلى السهول الواقعة تحته، والتي ترتفع عن سطح البحر ٩٠٠ م.

وعلى الرغم من أن كيبو يبدو كثبة مغطاة بالثلوج، فهو يحتوي على فوهة، أو كالديرا Caldera، على جانبه الجنوبي، عرضها ٢ كم وعمقها ٣٠٠ م. وفي داخل الفوهة، مخروط داخلي يدل على نشاط بركاني سابق. ومقارنةً مع مخروط كيبو المتناسق، نجد مخروط ماونزي متأكلاً ومتشققاً ومنحدرًا بشكل كبير، وتخترقه مضائق من الشرق والغرب. وينتشر الجليد يتقطع على أطراف كيبو وينتهي على ارتفاع ٤٢٧٠ م على سفوحه الجنوبية الغربية، بينما يختفي تماماً بعد مسافة قليلة من القمة على الجانب الشمالي. ولا يوجد جليد دائم على ماونزي بل مجرد قطع ثلجية متفرقة.

ولكيليمانجارو مناطق نباتية متتالية هي، بدءاً من القاعدة، منطقة الشجيرات التي تعدّ تتمة للهضبة المجاورة شبه القاحلة، السفوح الجنوبية المزروعة بحسنة الري، الغابة الغيمية^(١) الكثيفة، المستنقعات المكشوفة، الصحراء الآلية والتجمعات الطحلبية والأشنة^(٢).

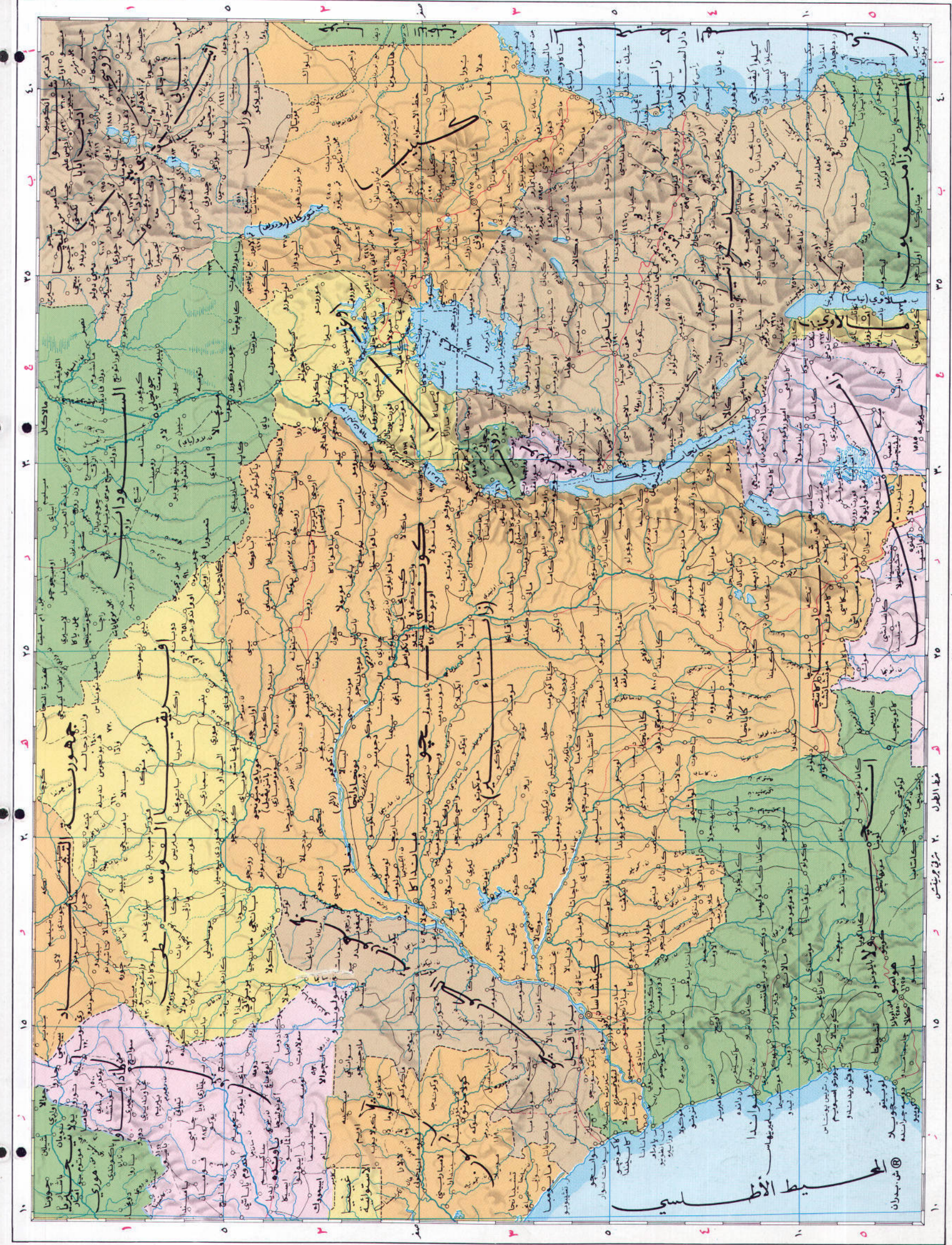
يهطل على السفوح العليا لكيليمانجارو ١٧٨٠ مم من المطر كل سنة، وتغذي الجاري المائية الواقعة على السفوح الجنوبية والشرقية، نهري بانجاني وتساغو وبحيرة جايب وتلك الواقعة على السفوح الشمالية وبحيرة أمبوسيلي ونهر تسافو. وتمتد جبال باري إلى الجنوب الشرقي من كيليمانجارو.

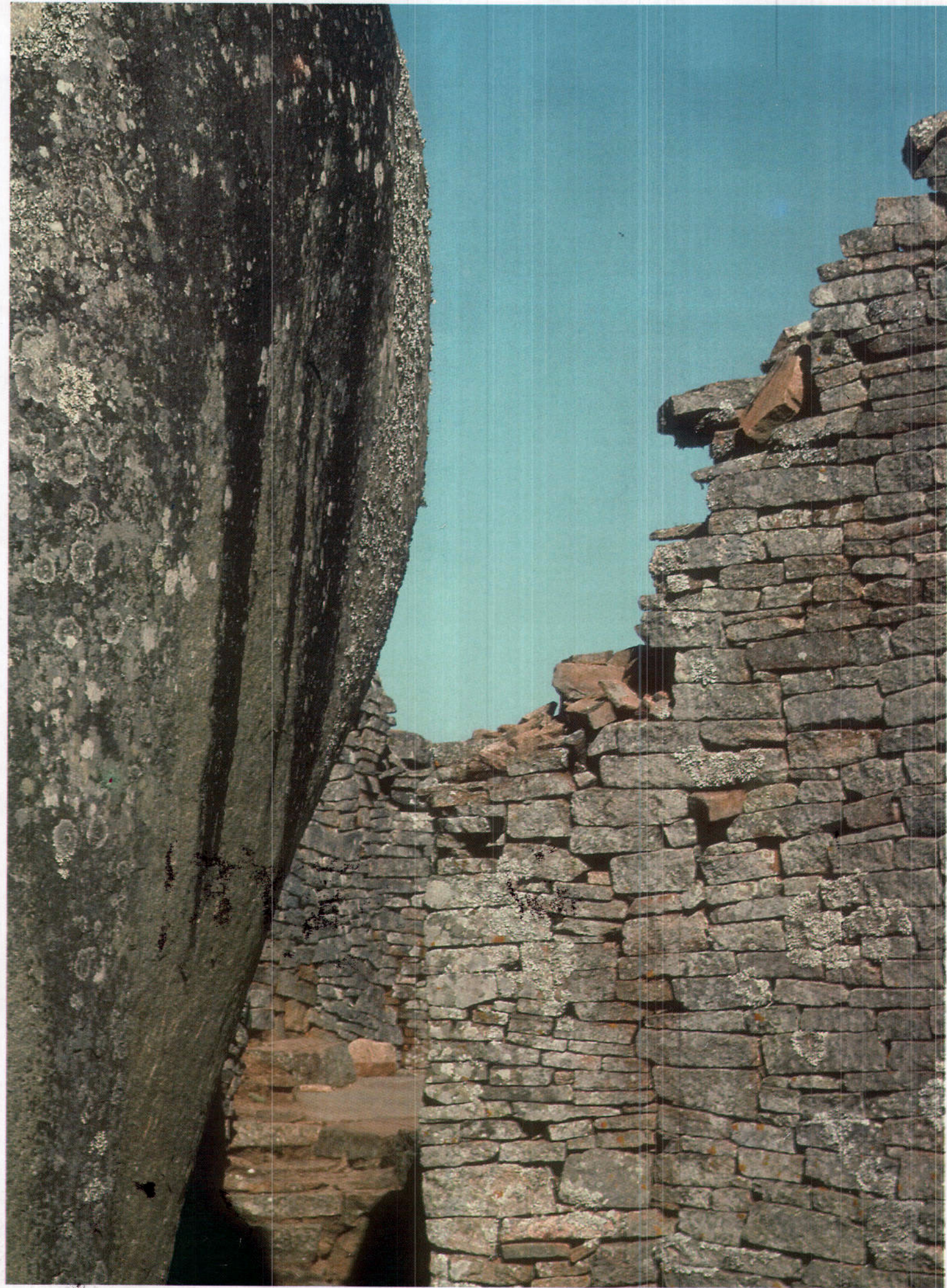
وتعد المنطقة التي يقع فيها كيليمانجارو إحدى أبرز مناطق تانزانيا المنتجة للبن والشعير والقمح والسكر والسيزال^(٣) والذرة والحبوب والموز والسنط (أقيا) والقطن والبايثرورم^(٤) والبطاطا. وتقتن المنطقة قبائل الشاكا والباري والكاهي والمبوجو.

وصل الأوروبيون إلى كيليمانجارو في العام ١٨٤٨ مع وصول المبشرين الألمانيين يوهانس ريمان ولودفيج كرايف، ولم يصدق أحد في البداية أقوالهما عن وجود قمة مكسوة بالثلج على خط

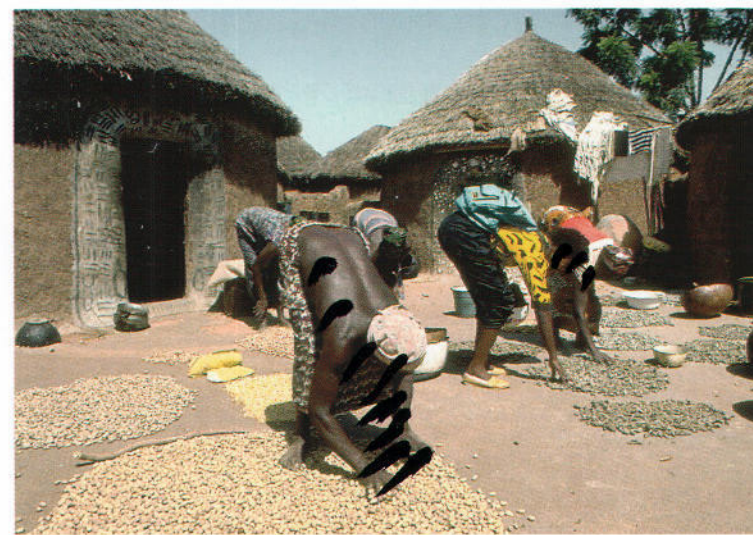


تكوين غريب لشجرة في غابات أفريقيا.

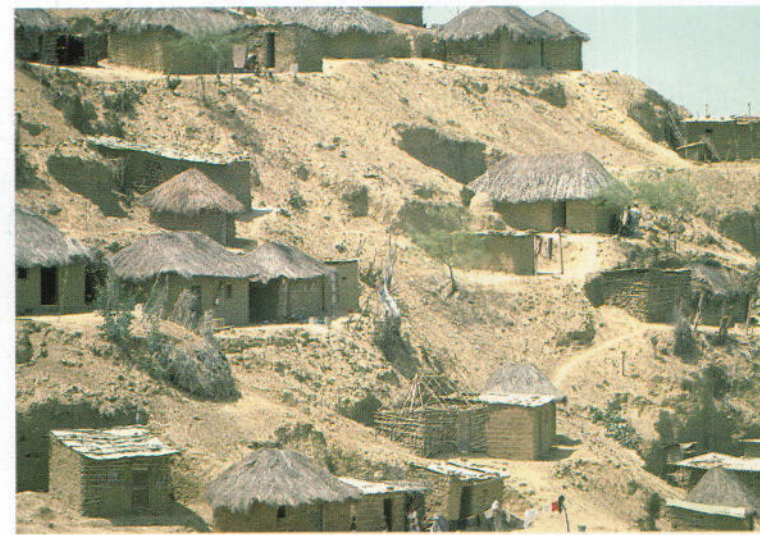




زيمبابويه: تكوين الصخور في محمية زيمبابويه.



غانا: طحن الحبوب في قرية فيهيبي.



انجولا: مرتفعات بجانب مدينة لويت.



غانا: معمل البيرة.



غانا: الرقصات القبلية قرب مدينة وا.



تحضير الحبوب.



في الطريق الى المنزل.

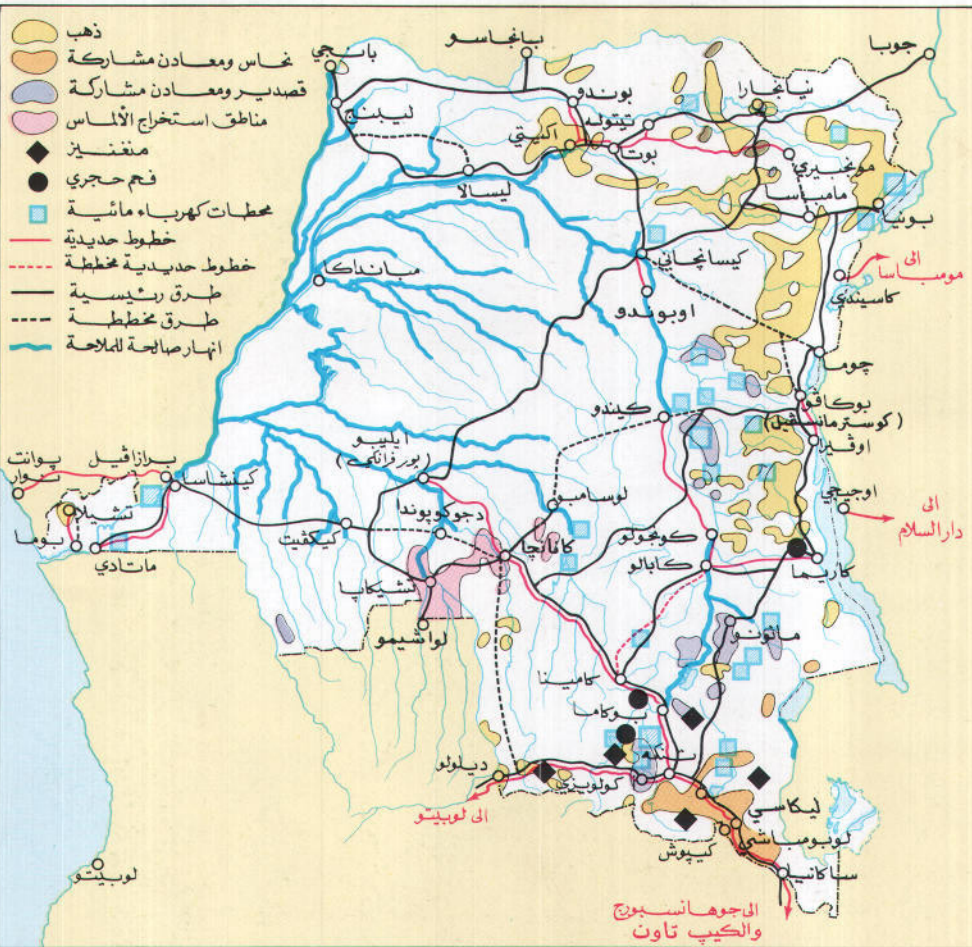


زيمبابويه: ميدان السباق في مدينة هرا.



زيمبابويه: تحضير الغذاء في مزرعة قرب ماسينجو.

جمهورية الكونجو الديمقراطية: المعادن وخطوط المواصلات



النيجر: سوق الجمال.



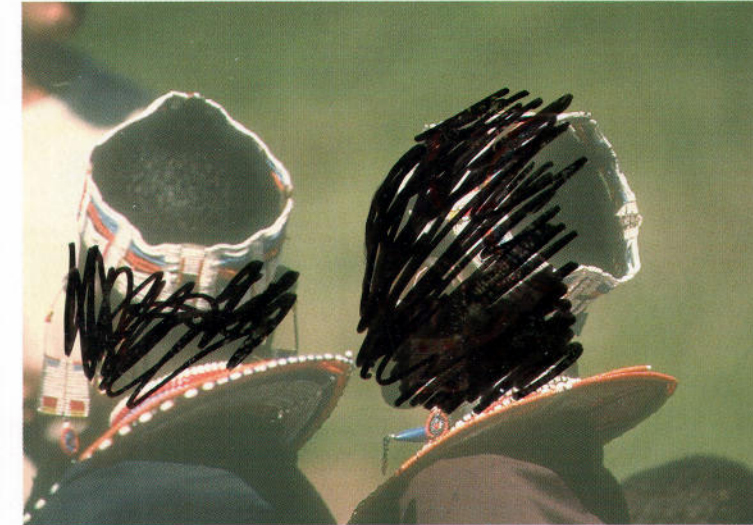
الكثبان في الصحراء الكبرى .



تانزانیا: وحید القرن فی منطقه نچورونچورا.



مالي: أكواخ القش .

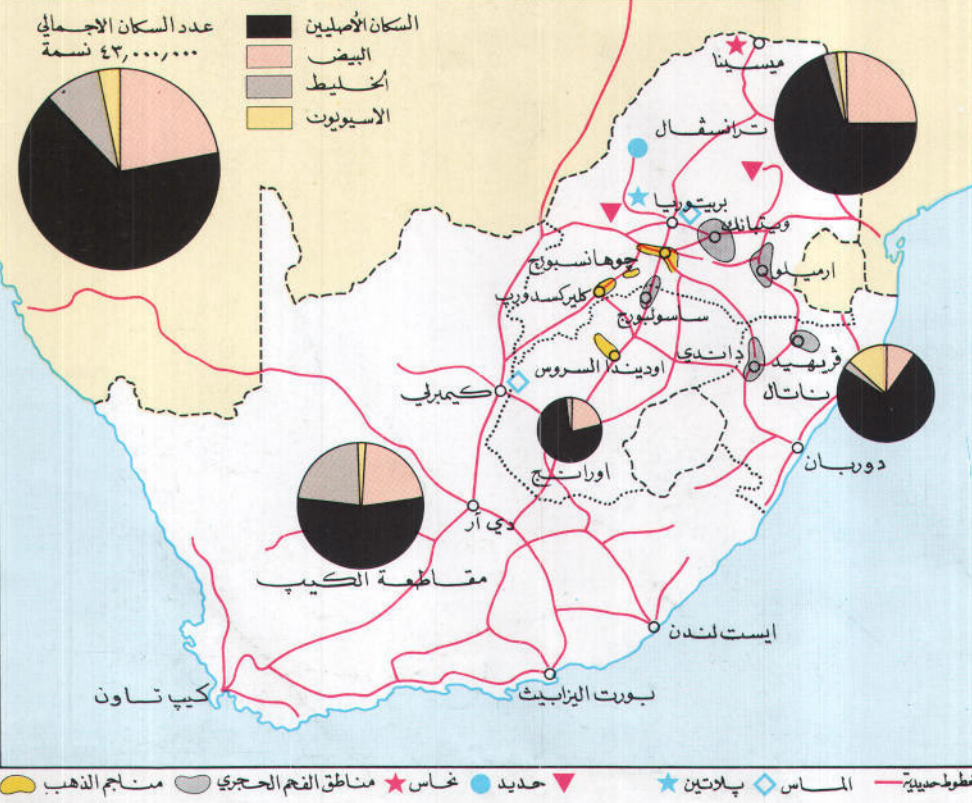


كينيا: نساء من قبيلة الماساي .



زیمبابویہ: شلالات فیکتوریا۔

اتحاد جنوب إفريقيا
التكوين العرقي للسكان والشرائط المعيشية



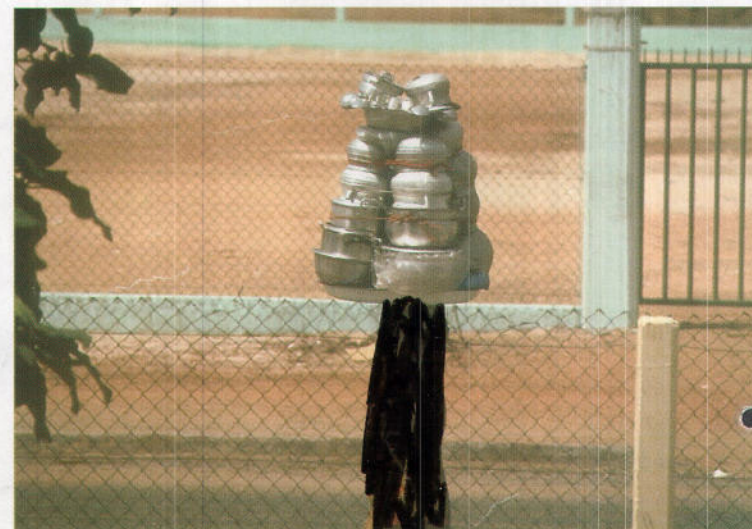
مالاوي: صياد الأسماك.



جنوب افریقا



زامبيا: مغيب الشمس على بحيرة كارييا.



توجد: حامله الأواني المطبخية في توازن دقيق .



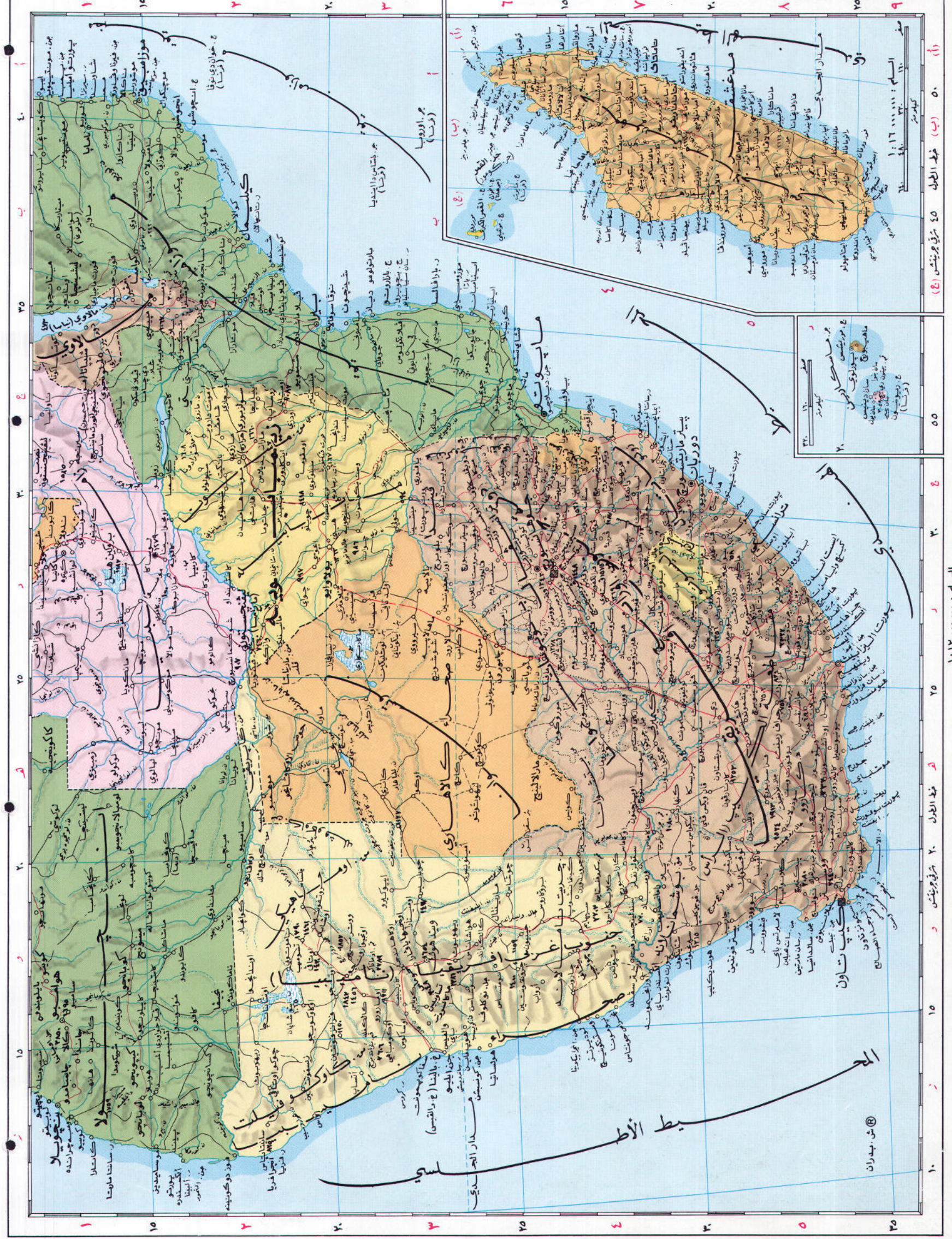
جنوب افريقيا: الطرق الجبلية.



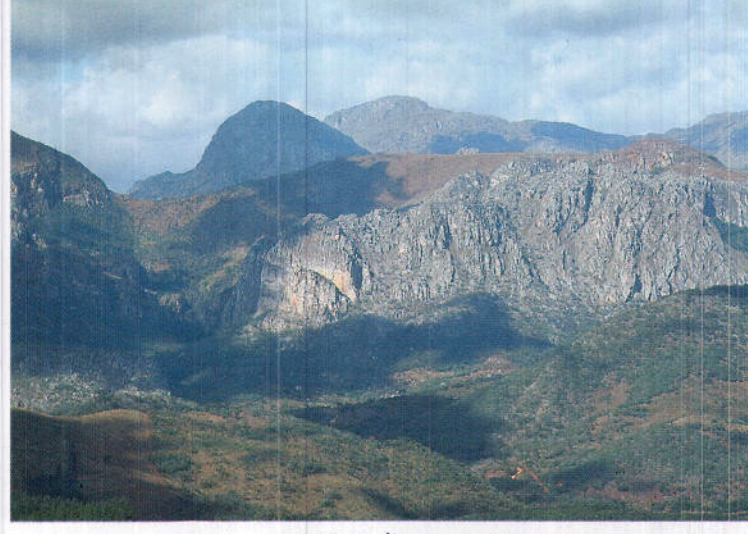
انچولا: البنك الوطني في مدينة انچولا.

افريقيا الجنوبية

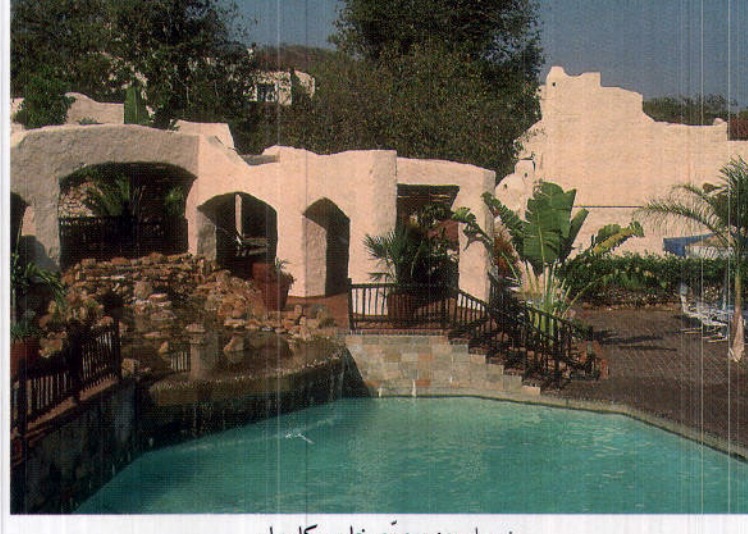
خريطة رقم ٢٤



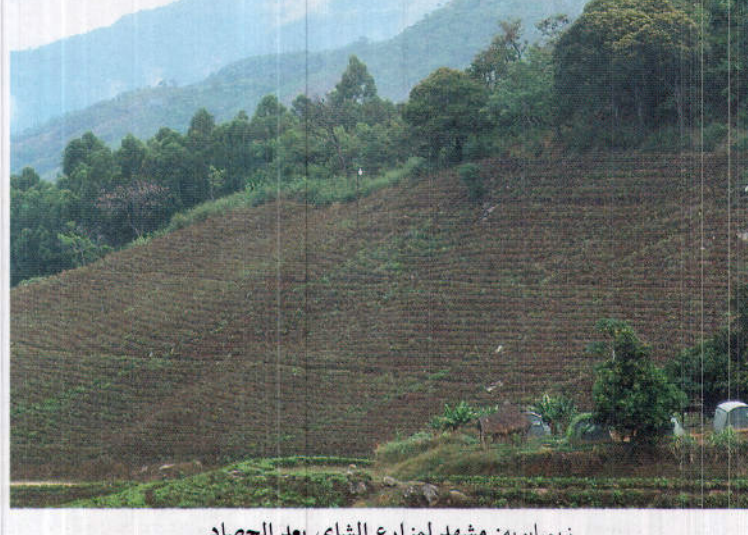
زيمبابويه: سدّ مائي لانتاج الكهرباء.



زيمبابويه: جبال شيماناني.



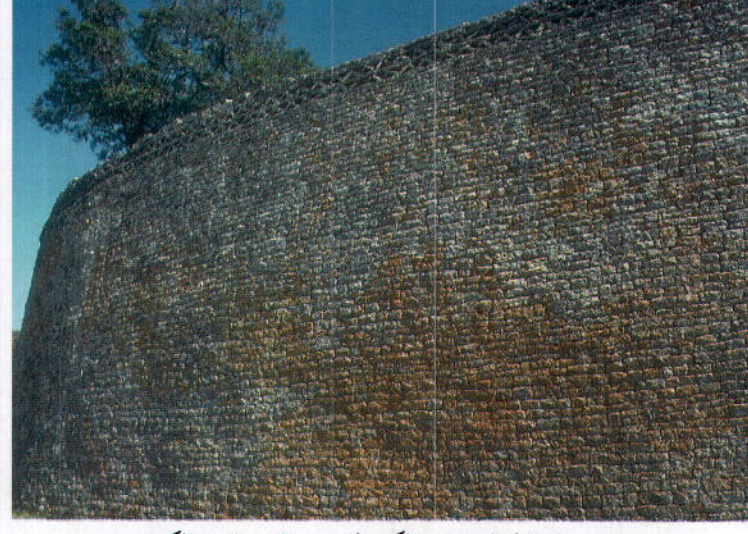
زيمبابويه: مجمع خليج كاريبا.



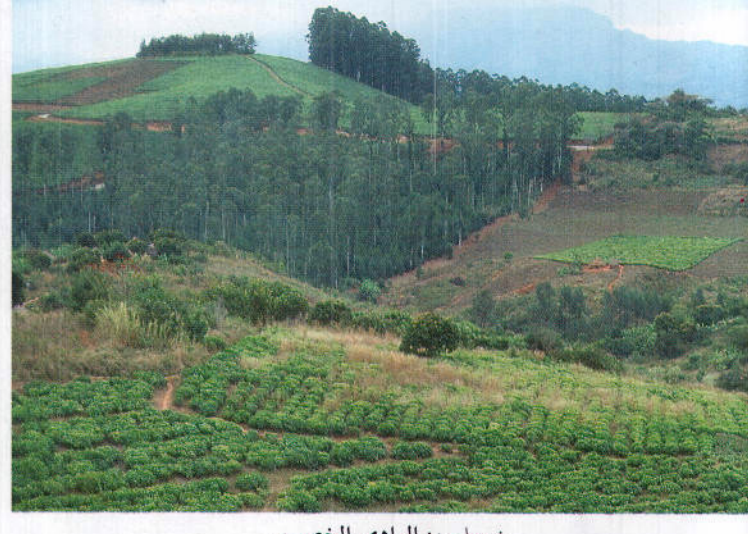
زيمبابويه: مشهد لمزارع الشاي بعد الحصاد.



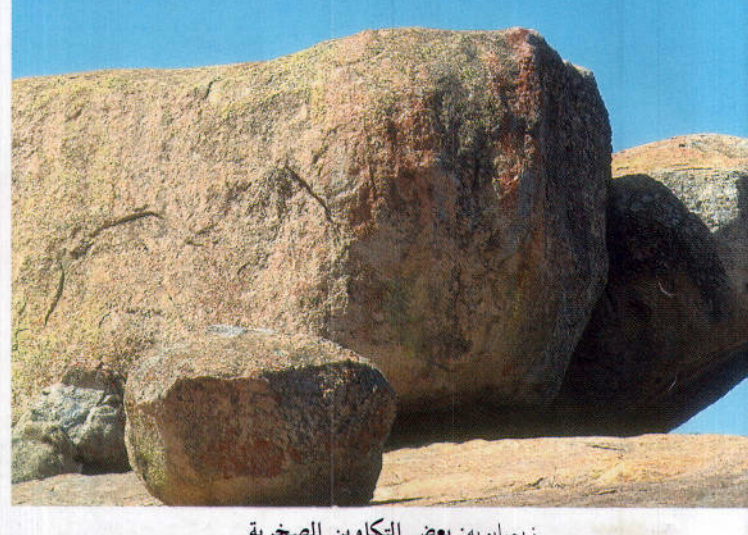
زيمبابويه: مشهد لأراض بجانب نهر الزيمبيزي.



زيمبابويه: الحائط الصخري الكبير في محمية زيمبابويه الكبرى.



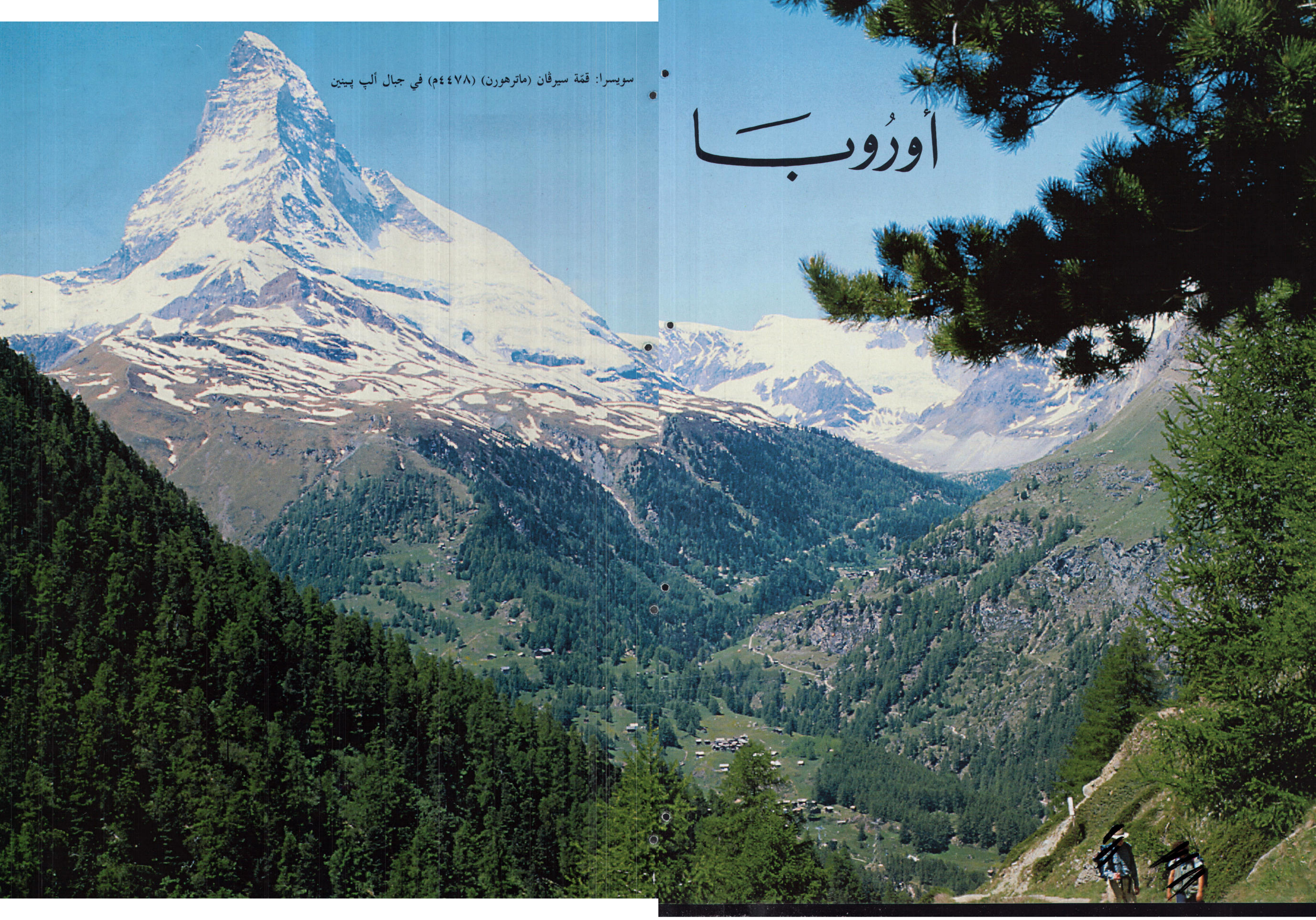
زيمبابويه: الوادي الخصب.



زيمبابويه: بعض التكاوين الصخرية.

سويسرا: قمة سيرفان (ماترهورن) (٤٤٧٨م) في جبال ألب بينين

أوروبا



أوروبا

أوروبا هي، اصطلاحاً، إحدى قارّات العالم السبع. وبالرغم من أن الحُصْل الغربي من كتلة الأرض الأوراسيّة، التي تتألّف بشكل عامّاً من جبال الأورال ونهر الأورال وجزءاً من بحر قزوين وجبال وآسيا. وقد يكون اسم أوروبا مشتقاً من اسم ابنة فينيكس في فينيقية تعني الغروب.

أوروبا هي ثاني أصغر قارّة في العالم (أستراليا هي أصغرهما)، لا السكّان. يشكّل رأس نوردكين في النروج أقصى نقطة إلى الشمال تاريخياً في جنوب إسبانيا، قرب جبل طارق، أقصى نقطة إلى الجنوب من رأس روكا في البرتغال إلى منحدرات جبال الأورال الشمالية. لطالما كانت أوروبا مركزاً ثقافياً واقتصادياً كبيراً. فقد خلق اليونانيون أشهر تراثاً مساهماتهما في مجال الفلسفة والأدب والفنون الجميلة. بدأ في القرن الرابع عشر، فترة الانجازات العظيمة بالنسبة للإستكشافات، الذي بدأ في القرن الخامس عشر، رحلات طويلة إلى أقاصي العالم. وبنّت الدول الأوروبيّة، لا سيّما إسبانيا والبرتغال، إمبراطوريّة كبيرة شملت ممتلكات شاسعة في أفريقيا والأميركيّتين حديثاً من الصناعات تظهر في أوروبا. وفي القرن العشرين، تعدّ نتيجة الحربين العالميتين. بعد نهاية الحرب العالميّة الثانية في العام ١٩٤٥، واقتصاديتين كبيرتين - الدول الشيوعيّة في أوروبا الشرقيّة والدول الرأسماليّة في أوروبا الغربيّة. تفتّت الكتلة الشرقيّة، واضطرتّ الدول إلى بلدان أوروبا الشرقيّة، وتوحدت الألمانيّتان الشرقيّة والغربيّة من جديد. وانقطعت الصلات العسكريّة والاقتصاديّة المتعددة الأطراف بين الدول السوفييتيّة (الإتحاد السوفييتيّ)، ولم يعد من وجود للإتحاد السوفييتيّ.

البيئة الطبيعيّة

أوروبا كتلة شديدة التجزؤ، تتكوّن من عدد من أشباه الجزر الكاريبيّة والإيطاليّة، إضافة إلى أشباه جزر أصغر حجماً، مثل شبه جزيرة أيبيريا من الجزر، أبرزها إيسلاندا والجزر البريطانيّة وسردينيا. ألسنة من المحيط المتجمّد الشمالي وعلى بحر الشمال وبحر البaltic الشرقيّ؛ على البحر الأسود والبحر المتوسط، في الجنوب؛ وعلى القارة هي قمة ايلبروز (٥٦٤٢ م) في جبال القوقاز في جنوب غرب الساحل الشمالي لبحر قزوين، وتقع على حوالي ٢٨ متراً تحت سطح البحر.

المناطق الفيزيوجرافيّة

تشمل قاعدة أوروبا الجيولوجيّة، من الشمال إلى الجنوب، كتلة عريضاً من المواد الرسوبيّة المستوية نسبياً؛ ومنطقة من البنى الجبلية والنشاط البركانيّ؛ ومنطقة من النشاط التثقيقي (تكوّن الجبال الجبلية) في خلق المناطق الفيزيوجرافيّة الكثيرة التي تؤلّف طقساً متنوعاً. يقع الترس الفنلنديّ الإسكندنافيّ، الذي تكوّن في العصر الجليديّ من شبه الجزيرة الاسكندنافيّة. يميل هذا الترس باتجاه الجنوب والهيض في فنلندا. أحفرت الطبقات الجليديّة الفيوردات في الهضبة الفنلنديّة. أدّى احتكاك جزء من القشرة الأرضيّة بالترس (حوالي ٥٠٠ مليون إلى ٣٩٥ مليون سنة خلت)، إلى ارتفاع جبال

وتسببت عوامل التآكل والتجوية، في ما بعد، بحث هذه الجبال وصقلها في الجزر البريطانية، لكنَّ قمم النروج لا تزال ترتفع إلى ٢٤٧٢ متراً.

تمتدّ المنطقة الجيولوجية الكبيرة الثانية (المؤلّفة من حزام من المواد الرسوبية) على شكل قوس من جنوب غرب فرنسا باتجاه الشمال والشرق عبر هولندا وألمانيا وبولونيا إلى داخل الجزء الغربي من روسيا. وتشمل هذه المنطقة أيضاً جزءاً من جنوب شرق إنجلترا. تعلو هذه الصخور الرسوبية طبقة من الحثات الذي حملته الجلّدات، وتتحرف هذه الصخور في بعض الأماكن لتكوين أحواض، مثل حوض لندن وحوض باريس، إلّا أنّها مستوية بشكل كاف عموماً لتشكيل السهل الأوروبي الكبير. يضمّ هذا السهل بعضاً من أفضل الأتربة في أوروبا، لا سيّما على طول طرفه الجنوبي، حيث رسّبت الريح مادة تُعرف بالراسب الطّفالي. ويبلغ السهل أقصى عرض له في الشرق.

إلى جنوب السهل الأوروبي الكبير، يمتدّ عبر أوروبا شريط من البنى الجيولوجية المتباينة، يشكّل أكثر التضاريس تعقيداً في القارّة – مرتفعات أوروبا الوسطى. في جميع أنحاء هذه المنطقة، تفاعلت قوى الطّي (سلسلة جبال الجورا) والتصدّع (جبال الفوج وجبال الغابة السوداء) والنشاط البركانيّ (الماسيف سنترال، أو المرتفعات الوسطى، في فرنسا) والقوى الرافعة (الميسينا سنترال، أو الهضبة الوسطى، في إسبانيا) لتكوين جبال وهضاب ووديان متناوبة الانتظام.

إنّ المنطقة الفيزيوغرافية الأوروبية الواقعة إلى أقصى الجنوب هي أحدث المناطق تكوّناً. في أواسط الدهر الثلثي، منذ حوالي ٤٠ مليون سنة، اصطدمت الصفيحة الأفريقيّة العربيّة بالصفيحة الأوراسيّة، وأطلقت بذلك عمليّة تكوّن جبال الألب. تقوم القوى الضاغطة الناتجة عن الإصطدام بدفع الطبقات الرسوبية السميكة المتشكّلة في الدهر الوسيط إلى الأعلى، مكوّنةً بذلك سلاسل جبليّة مثل البيرينيه والألب والأپنين والكاربات والقوقاز، التي تشكّل أعلى جبال في أوروبا وأكثرها تحدّراً. ويشير وقوع الزلازل بشكل متكرر إلى حدوث تغييرات مستمرة في المنطقة.

الثروة المائية

أدت طبيعة القارّة الأوروبيّة الشبحيزيريّة إلى خلق نمط صرف شعاعيّ بشكل عامّ، يجري فيه معظم المجاري المائية إلى الخارج انطلاقاً من قلب القارّة، وغالباً من ينابيع قريبة من بعضها البعض. يجري نهر الفولجا، أطول نهر في أوروبا، نحو الجنوب بشكل أساسيّ ويصبّ في بحر قزوين؛ ويجري نهر الدانوب، ثاني أطول الأنهار الأوروبيّة، من الغرب إلى الشرق قبل أن يصبّ في البحر الأسود. تشمل أنهار أوروبا الوسطى والغربيّة الرن والهو، اللذين يصبّان في البحر المتوسّط، واللوار والسين والرّين والإلب، التي تصبّ في المحيط الأطلسي أو بحر الشمال. ويجري نهر الأودير والقيستول شمالاً إلى بحر البلطيق. يسمح النمط الشعاعيّ للصرف بوصل الأنهار في ما بينها عبر قنوات.

تتواجد البحيرات في المناطق الجبلية، كما في سويسرا وإيطاليا والنمسا، وفي المناطق السهليّة، كما في السويد وبولونيا وفنلندا. إنّ أكبر بحيرة مياه عذبة في أوروبا هي بحيرة لادوجا في شمال غرب روسيا.

المناخ

يقع القسم الأكبر من أوروبا في المناطق الشماليّة البعيدة عن خطّ الإستواء. تعطي البحار الدافئة نسبياً التي تحدّ القارّة، مناخاً معتدلاً للقسم الأكبر من أوروبا الوسطى وأوروبا الغربيّة؛ ويتميّز هذا المناخ بشتاء بارد وصيف لطيف. إنّ الرياح الغربيّة السائدة، التي تدفأ إلى حد ما بمرورها فوق تيار شمال الأطلسي المحيطي، تحمل معها الأمطار والهواطل الأخرى في القسم الأكبر من السنة. في منطقة المناخ المتوسّطيّ – إسبانيا وإيطاليا واليونان – يكون الصيف عادة حارّاً وجافّاً، وتهطل

جميع كمّيّة المطر تقريباً خلال الشتاء. من وسط بولونيا شرقاً، يخفّ تأثير البحر المعدّل، فيسود بالتالي مناخ أكثر برودة وجفافاً. ويسود المناخ نفسه في الجزء الشماليّ من القارّة. تتلقّى معظم المناطق الأوروبيّة حوالي ٥١٠ إلى ١٥٣٠ ملميمترًا من المطر في السنة.

الغطاء النباتي

كان القسم الأكبر من أوروبا، ولا سيّما الغرب، مغطّى في الأصل بالغابات، إلّا أنّ سكن الانسان في المنطقة وقطع الأشجار قد أدّى إلى تغيير طبيعة الغطاء النباتي. وحدها الغابات التي تغطّي الجبال الواقعة إلى أقصى الشمال وأجزاء من شمال روسيا الأوروبيّة الوسطى لم تتأثّر نسبياً بنشاط الإنسان. من جهة ثانية، تغطّي الأراضي الحرجيّة، المزروعة أو التي عادت وشغلت الأراضي المقطوعة الأشجار، مساحاتٍ شاسعة من أوروبا.

تشكّل أكبر منطقة نباتية في أوروبا حزاماً يمتدّ عبر الجزء الأوسط من القارة من المحيط الأطلسي إلى جبال الأورال. ويتألّف هذا الحزام من خليط من الأشجار ذات الأوراق العليّة والأشجار الصنوبريّة – أشجار سنديان وقيقّب ودردار مختلطة مع أشجار صنوبر وتّوب. تتميز المناطق الساحليّة القطبيّة الشماليّة من أوروبا الشماليّة والمنحدرات العليا من الجبال المرتفعة بغطاء نباتي من نوع التندرة، يتكوّن في معظمه من الخراز والأشّنة والجنابات والأزهار البريّة. تخلق درجات الحرارة الألف، ولكن الباردة مع ذلك، التي تسود داخليّة أوروبا الشماليّة، بيئة مناسبة لتشكيل غطاء متّصل من الأشجار الصنوبريّة، لا سيّما من أشجار البيسيّة والصنوبر، مع وجود أشجار بتولا وحور رجراج أيضاً. تغطّي المروج، وهي مناطق من الأعشاب الطويلة نسبياً، القسم الأكبر من السهل الأوروبي الكبير. وتتميّز أوكرانيا بوجود السهوب، وهي منطقة مسطّحة وجافة نسبياً تنمو فيها الأعشاب القصيرة. تُعرف المناطق الواقعة على البحر المتوسّط بشمارها، خصوصاً الزيتون والحمضيّات والتين والمشمش والعنب.

الحياة الحيوانيّة

كانت أوروبا تُؤوي، في ما مضى، أعداداً كبيرة من الحيوانات المنوّعة مثل الأيل والإلكة والبيسون والخنزير البرّي والذئب والدبّ. ولكن، نظراً إلى أنّ الانسان قد سكن أو نمّى القسم الأكبر من أوروبا، انقرضت أنواع كثيرة من الحيوانات أو انخفض عددها إلى حدّ بعيد. ولا يمكن اليوم إيجاد أعداد كبيرة من الأيائل وحيوانات الألكة والذئاب والديبة البريّة، إلّا في شمال اسكنديناфия وروسيا وفي شبه جزيرة البلقان. أمّا في الأمكنة الأخرى، فتعيش هذه الحيوانات بشكل رئيسي في المحميّات.

يرتّب شعب السّامي في أقصى الشمال قطعان الرنّة الأليفّة. وتعيش الشمواة والوعل في المرتفعات العالية من جبال البيرينيه والألب. لا تزال أوروبا موطناً للكثير من الحيوانات الصغيرة مثل ابن عوّس وابن مِقْرَض والأرنب البرّي والأرنب والقنفذ واللاموس والثعلب والسنجاب. ويشمل العدد الكبير من الطيور الأوروبيّة البلديّة العقاب والصقر وعصفور الدورّي والعنديلِب واليوم والحمام والشرشور والشُشنة. يُعتقد أنّ اللقلق يجلب الفأل الحسن للمنزل الذي يعشّش فوقه، لا سيّما في هولندا؛ ويَزيّن البجع الكثير من الأنهار والبحيرات الأوروبيّة. يُعتبر السلمون الاسكوتلاندي والايرلندي وسلمون الرين من الأسماك اللذيذة المحبوبة في أوروبا. وتعيش في المياه البحريّة الساحليّة مجموعة كبيرة ومنوّعة من الأسماك تشمل القدّ والإشقمري والزئكة والتونة، وهي جميعها أسماك مهمة تجاريّاً. يحتوي البحر الأسود وبحر قزوين على الحفّش، مصدر الكافيار.

الموارد المعدنيّة

تتمتّع أوروبا بمجموعة كبيرة ومنوّعة من الموارد المعدنيّة. يتواجد الفحم بكميّات

كبيرة في أماكن كثيرة من بريطانيا العظمى، كما تحتوي منطقة الرور الألمانيّة وأوكرانيا على طبقات واسعة من الفحم. إضافة إلى ذلك، نجد تراكمات كبيرة من الفحم في بولونيا وبلجيكا والجمهورية التشيكيّة وسلوفاكيا وفرنسا وإسبانيا. تتمثّل المصادر الكبرى لأركزة الحديد في أوروبا، اليوم، في مناجم كيرونا في شمال السويد ومنطقة اللورين في فرنسا وأوكرانيا. تضمّ أوروبا عدداً من المناطق الصغيرة المنتجة للنفط والغاز الطبيعي، لكنّ أكبر منطقتين منتجتين لهذه الموادّ هما بحر الشمال (حيث تملك بريطانيا العظمى وهولندا وألمانيا والنروج معظم حقوق الإستثمار) والجمهوريات السوفيّاتيّة السابقة، خصوصاً روسيا. ومن التراكمات المعدنيّة الأخرى في أوروبا، نذكر النحاس والرصاص والقصدير واليوكسيت والمنغيز والنيكل والذهب والفضّة واليوتاس والصلصال والحِصّ والدولوميت والملح.

التطوّر الاقتصاديّ

احتلّت أوروبا لوقت طويل المرتبة الأولى العالميّة من حيث الأنشطة الاقتصاديّة. ونظراً إلى أنّ أوروبا هي مهد العلم الحديث والثورة الصناعيّة، تفوّقت القارّة تكنولوجياً على المناطق الأخرى، ما سمح لها ببسط هيمنتها على العالم في القرن التاسع عشر. إنّ الثورة الصناعيّة، التي بدأت في إنجلترا في القرن الثامن عشر، وانتشرت منها إلى سائر أنحاء العالم، قد شكّلت تحوّلاً شمل استعمال آلات معقّدة، وأدّى إلى زيادة الإنتاج الزراعي إلى حدّ بعيد، وظهور أشكال جديدة من التنظيم الإقتصاديّ. وقد شكّل إنشاء المنظّمات الدوليّة، مثل الإتحاد الأوروبيّ والجمعيّة الأوروبيّة للتجارة الحرة ومنظّمة التعاون والتنمية الإقتصاديّة، القوة الدافعة للنموّ، منذ أواسط القرن العشرين.

الزراعة

إنّ الزراعة في أوروبا هي عموماً من النوع المختلط، حيث تُنتج مجموعة منوّعة من المحاصيل والمنتجات الحيوانيّة في المنطقة نفسها. يشكّل الجزء الأوروبيّ من الإتحاد السوفيّاتيّ السابق إحدى المناطق الكبيرة القليلة التي تطفى فيها الزراعة الأحاديّة. تمارس البلدان المتوسّطيّة نوعاً مميّزاً من الزراعة، يطغى فيه إنتاج القمح والزيتون والعنب والحمضيّات. وفي معظم هذه البلدان، تلعب الزراعة دوراً أكبر في الإقتصاد القوميّ مقارنةً بدول الشمال. ويشكّل إنتاج اللبن ومشتقّاته وإنتاج اللّحم نشاطاً أساسياً في معظم مناطق أوروبا الغربيّة. إلى الشرق، تصبح المحاصيل الزراعيّة أكثر أهميّة. ففي دول شبه جزيرة البلقان، تشكّل المحاصيل الزراعيّة حوالي ٦٠٪ من الإنتاج الزراعيّ؛ وفي أوكرانيا، يطغى إنتاج القمح على جميع الزراعات الأخرى. تُعرف أوروبا ككلّ بإنتاج كمّيّات ضخمة من القمح والشعير والشوفان والجأودار والذرة والبطاطا والفاصولياء والبسلّة والشمندر السكّريّ. إلى جانب الأبقار المخصّصة لإنتاج اللبن أو اللّحم، يرتّب الأوروبيّون أعداداً كبيرة من الخنازير والحراف والماعز والدواجن.

تتمتّع أوروبا في أواخر القرن العشرين بالإكتفاء الذاتيّ في معظم المنتجات الزراعيّة الأساسيّة. وتُستعمل في معظم الأراضي الزراعيّة تقنيّات زراعيّة متقدّمة، بما فيها استخدام الآلات الحديثة والأسمدة الكيميائيّة؛ لكن، في بعض أجزاء أوروبا الجنوبيّة والجنوبيّة الشرقيّة، لا تزال التقنيّات التقليديّة غير الفعّالة نسبياً سائدة الإستعمال. خلال القسم الأكبر من فترة حكم الشيوعيين، ارتكزت الزراعة في دول الكتلة الشرقيّة (باستثناء بولونيا ويوغوسلافيا) وفي الاتحاد السوفيّاتيّ على مزارع كبيرة تملكها الدولة وأخرى جماعيّة واسعة تسيطر عليها.

الحراجة وصيد الأسماك

تشكّل الغابات الشماليّة، التي تمتدّ من النروج عبر شمال روسيا الأوروبيّة،

المصدر الرئيسيّ للمنتجات الحرجيّة في أوروبا. تتمتّع كلّ من السويد والنروج وفنلندا وروسيا بصناعات حرجيّة كبيرة نسبياً، تنتج لبّ الخشب وخشباً للبناء ومنتجات أخرى. في أوروبا الجنوبيّة، تنتج إسبانيا والبرتغال مجموعة منوّعة من المنتجات الفلّينيّة من شجر البهّش (شجر الفلين). تمارس جميع البلدان الأوروبيّة الساحليّة صيد الأسماك التجاريّ، إلّا أنّ هذه الصناعة تشكّل نشاطاً مهمّاً للغاية في البلدان الشماليّة، لا سيّما النروج والدانمارك. وتُعتبر أيضاً إسبانيا وروسيا وبريطانيا العظمى وبولونيا بلداناً يشكّل فيها صيد الأسماك نشاطاً اقتصاديّاً هاماً.

التعدين

تأثّر نمط التوزيع السكّانيّ الحاليّ في القسم الأكبر من أوروبا بالأنشطة التعدينيّة التي قامت في الماضي، ولا سيّما تعدين الفحم. وقد اجتذبت مناجم الفحم في مناطق مثل الجزء الأوسط من بريطانيا ومنطقة الرور الألمانيّة وأوكرانيا عدداً كبيراً من المصانع، وساهمت في إرساء أنماط صناعيّة تستمرّ إلى اليوم. يترجع عدد اليد العاملة في المناجم في أوروبا، ويعود ذلك بنسبة كبيرة إلى المكننة، إلّا أنّ القارّة لا تزال تضمّ عدّة مراكز تعدين هامة. يشكّل شمال شرق بريطانيا ومنطقة الرور ومنطقة سيليزيا البولونيّة وأوكرانيا مراكز كبيرة منتجة للفحم. يُنتج الحديد الخام بكميّات كبيرة في شمال السويد وشرق فرنسا وأوكرانيا. وتُنتج مجموعة واسعة من الخامات الأخرى، مثل اليوكسيت والنحاس والمنغيز والنيكل واليوتاس، بكميّات كبيرة. يشكّل إنتاج النفط والغاز الطبيعيّ من الآبار البعيدة عن الشاطئ في بحر الشمال، إحدى أحدث وأهمّ الصناعات الإستخراجيّة في أوروبا. ويُستخرج أيضاً النفط والغاز الطبيعيّ منذ وقت طويل وبكميّات كبيرة من المنطقة الجنوبيّة من روسيا الأوروبيّة، لا سيّما من منطقة نهر الفولجا.

الصناعة

منذ الثورة الصناعيّة، أصبحت الصناعة قوّة مهيّمنة في تحديد أساليب الحياة في أوروبا. أصبح شمال ووسط إنجلترا في وقت مبكر مركزاً للصناعة الحديثة، مثلما جرى في منطقتي الرور وساكسونيا الألمانيّتين، وفي شمال فرنسا، وسيليزيا في بولونيا، وأوكرانيا. ولطالما كانت المنتجات مثل الحديد والفولاذ والمعادن المصنّعة والنسيج والملابس والسفن والمركبات السيّارة وتجهيزات السكك الحديديّة صناعات أوروبية هامة، كما تُنتج أيضاً مجموعة واسعة ومنوّعة من السلع الأخرى. شكّل إنتاج الموادّ الكيميائيّة والتجهيزات الالكترونيّة وغيرها من المنتجات ذات التكنولوجيّة المتقدّمة، أهمّ الصناعات النميّة في فترة ما بعد الحرب العالميّة الثانية. تتركّز الصناعة بشكل خاصّ في الجزء الأوسط من القارة (منطقة تشمل إنجلترا وشرق وجنوب فرنسا وشمال إيطاليا وبلجيكا وهولندا وألمانيا وبولونيا والجمهورية التشيكيّة وسلوفاكيا وجنوب النروج وجنوب السويد) وفي روسيا الأوروبيّة وأوكرانيا.

الطاقة

تستهلك أوروبا كمّيّات كبيرة من الطاقة. ومصادر الطاقة الرئيسيّة في أوروبا هي الفحم (بما في ذلك اللينيت)، والنفط والغاز الطبيعيّ والطاقة النوويّة والطاقة المائية. تمتلك كلّ من النروج والسويد وفرنسا وسويسرا والنمسا وإيطاليا وإسبانيا منشآت كهربيّمائيّة كبيرة، تساهم بنسب مرتفعة في إنتاج الكهرباء السنويّ. تشكّل الطاقة النوويّة مصدراً هاماً للطاقة في فرنسا وبريطانيا العظمى وألمانيا وبلجيكا، وليتوانيا وأوكرانيا وغيرهما من الجمهوريات السوفيّاتيّة السابقة، والسويد وسويسرا وفنلندا وبلغاريا. وتتميّز جمهوريّة إيرلندا عن غيرها بأنّ الحثّ هو مصدر مهمّ للطاقة، سواء للإستعمال المنزليّ أم لتوليد الكهرباء.



الشواطئ الأوروبية بعضها رملية - كما هي الحال في شواطئ بحر المانش وبحر الشمال - وبعضها الآخر صخري.
في الصورة منظر لشاطئ إيرلندا الجنوبية (القسم الغربي منه)
حيث تظهر صخور «موهير» البالغ ارتفاعها أكثر من ٢٠٠ م وعلى امتداد يزيد على ثمانية كيلومترات.



وروافد نهري الدانوب والبو. ويراوح معدل هبوط المطر على الجبال سنوياً بين ٢٠٠٠ م في السلاسل الخارجية و٥٠٠ م في الجبال الداخلية. وتكثر الأنهار الجليدية، التي تغطي مساحة إجمالية تبلغ ٣٩٠٠ كم^٢، على ارتفاعات تجاوز ١٠٠٠ م، وتبلغ مساحة أكبرها ١٣٠ كم^٢ وهو نهر ألتش الجليدي الواقع في جنوب غرب سويسرا.

وتكثر الأشجار النفضية، كالزنان والبتولا، في السفوح القليلة الارتفاع (١٥٠٠ م) والأشجار الصنوبرية، كالراتنجية والصنوبر والأركس، في السفوح المتوسطة الارتفاع (١٨٠٠ م) والمروج الألبية المؤلفة من أعشاب وأزهار

وقمم شديدة الارتفاع. وتنتشر في المناطق الطباشيرية، مثل مناطق الدولوميت في إيطاليا والنمسا، جروف ووديان ضخمة. ويصل ارتفاع القمم في جبال الألب إلى معدل يراوح بين ١٨٠٠ و٢٤٠٠ م. ويرتفع بعض القمم إلى أكثر من ٣٠٠٠ م، لا سيما قمم مون بلان، التي ترتفع حوالي ٤٨١٠ م وهي الأعلى. وتأثرت جبال الألب بالتآكل بواسطة الأنهار الجليدية، والذي خلق فروقات كبيرة في الارتفاع بين القمم والوديان المجاورة لها. وتعد جبال الألب فاصلاً بين المحيط الأطلسي والبحر المتوسط والبحر الأسود، وتنبع منها أنهار أوروبية مهمة عدة، لا سيما الرون والرين

جبال الألب: تقسم جبال الألب إلى قسم غربي في جنوب شرق فرنسا وشمال غرب إيطاليا، وقسم وسطي في وسط شمال إيطاليا وجنوب سويسرا، وقسم شرقي في أجزاء من ألمانيا والنمسا وسلوفينيا. ويتألف كل قسم من سلاسل عدة منفصلة. وتنتمي جبال الألب جيولوجياً إلى الجبال الحديثة التكوين العائدة إلى العصر الثلاثي Tertiary Period الذي امتد من ٦٥ مليون سنة إلى ١,٦ مليون سنة خلت. معظم مناطق الألب مؤلفة من صخور متبلرة، لا سيما منطقة سيرفان (ماترهورن) الواقعة على ارتفاع ٤٤٧٨ م فوق سطح البحر، والمتميزة بسفوح تكاد تكون عمودية



أوروبا: المعادن والتوزيع الصناعي



- | | | | | | | | |
|--------------|----------|--------------|---------|---------|----------------|-----------------|---------------|
| ● خام حجري | ▲ بترول | ● اليورانيوم | ● زئبق | ▲ رصاص | ● فوسفات | ● صناعات ثقيلة | ● صناعة الخشب |
| ● مناجم حديد | ● بيتوم | ● صلب | ● كبريت | ● قصدير | ● بوتاس | ● صناعات خفيفة | ● أهم موانئ |
| ● لينيت | ● بوكسيت | ● بلاتين | ● نحاس | ● زنك | ● صناعات نسجية | ● صناعات داخلية | |

أوروبا: استعمار الأراضي وتربية الماشية وصيد الأسماك



- | | | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|-------|
| ● مناطق صناعية (أكثر من ٣٠٪ من القوى العاملة تعمل في الصناعة) | ● الحقل الشمالي لزراعة الكروم | ● الحقل الشمالي لزراعة الزيتون | ● غنم |
| ● مناطق يغلب عليها الطابع الزراعي (أكثر من ٥٠٪ من سكانها في كفاء) | ● شمعندر | ● قصب السكر | ● بقر |
| ● مناطق متوسطة الزراعة (بين ٢٥ و ٥٠٪ من سكانها في كفاء) | ● ذرة | ● قطن | |
| ● مناطق زراعية فقيرة (أقل من ٢٥٪ من سكانها في كفاء) | ● دود الحبيب | ● نخيل | |
| ● مناطق غير مستغلة اقتصادياً (الجبال والصحاري والتندرة) | ● أرز | ● قطن | |
| | ● كتان | ● بطاطا | |



هولندا: الطواحين الهوائية في مدينة جودا.



هولندا: مشهد للسفن على نهر وال.



هولندا: قطع بقر يرعى في الحقل.

إيطاليا: بحيرة جارسا الواقعة على أقدام جبال الألب حيث الزراعات السهلة، وفي الوقت نفسه المنطقة الصناعية الأولى.







المراعي الخضراء في المنطقة الألبية.



فلاحة الحقول في المنطقة الألبية.



الجزيرة الخضراء.



إيطاليا: قمة دولوميت الألبية.



إيطاليا: خليج سان ريمو في ريفيرا.



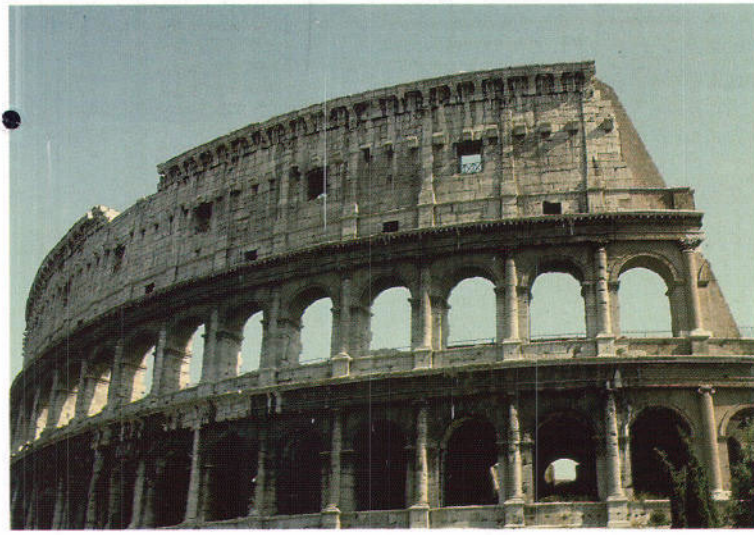
إيطاليا: الطريق العام في مدينة مورانو المشهورة في صناعة الزجاج.



إيطاليا: الري في مدينة مورانو.



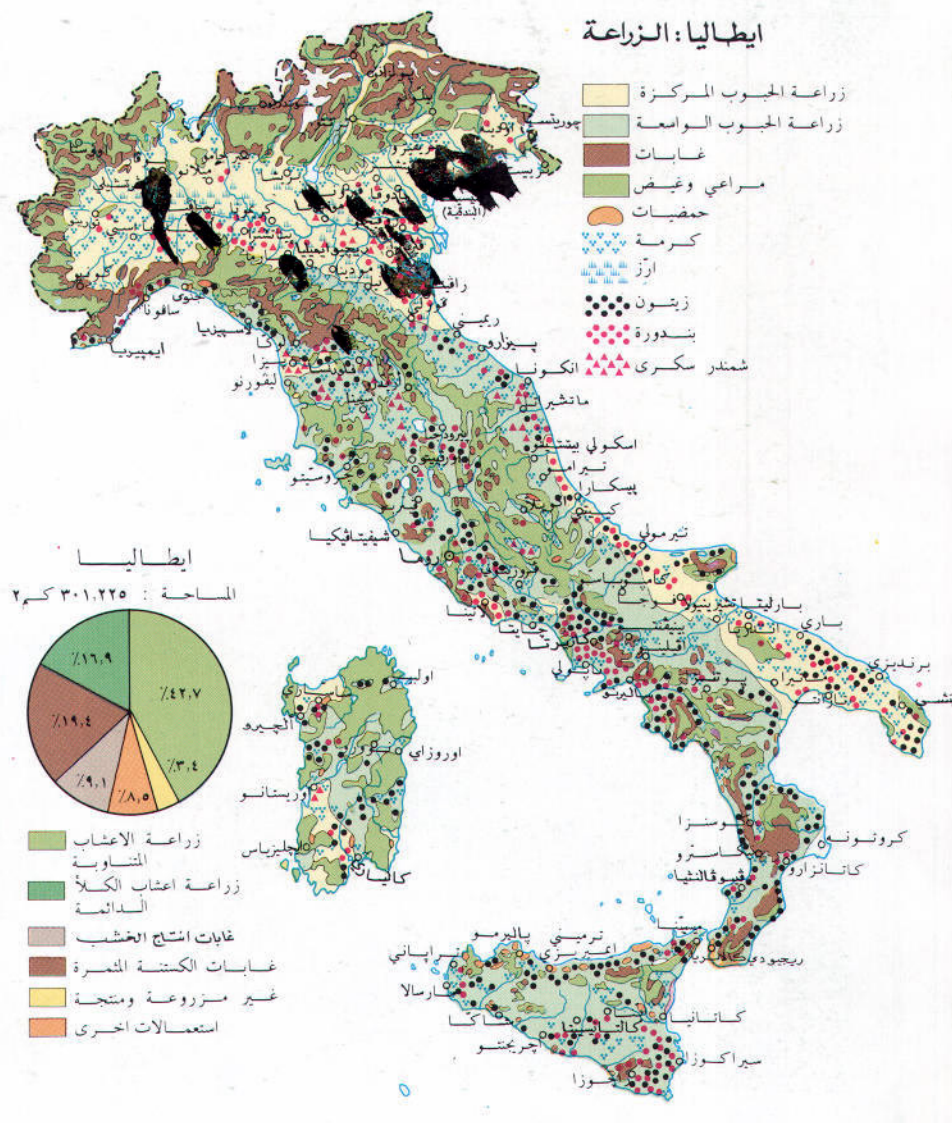
إيطاليا: مراكب الجوندول في قناة فينيسيا.



إيطاليا: آثار الكولوسيوم في روما.



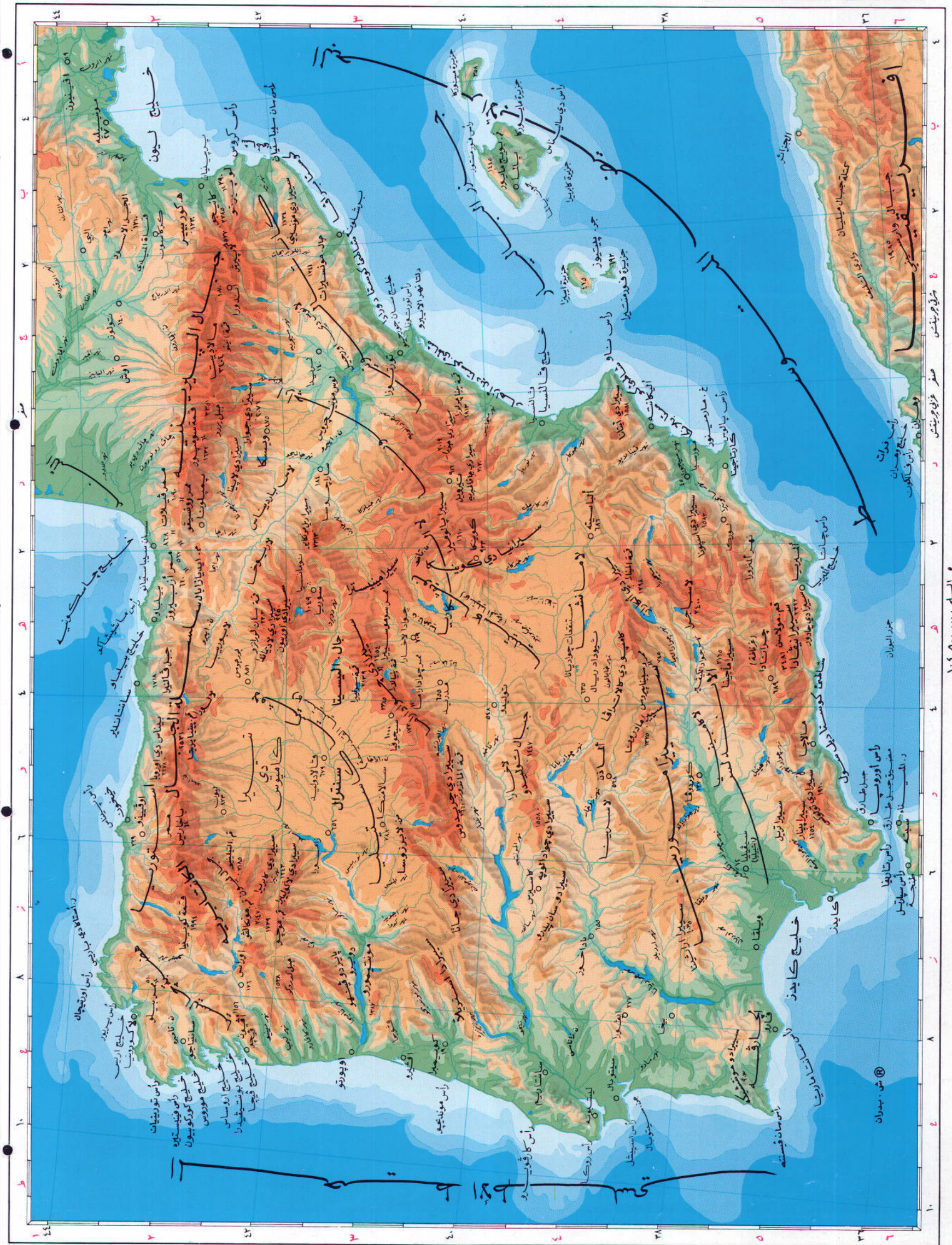
إيطاليا: الدرج اللولبي داخل متحف الفاتيكان.



تتمركز القرى في إيطاليا الوسطى، لأسباب دفاعية واقتصادية، على أعالي التلال تاركة السهول للزراعة. هذه الظاهرة تتركز في دول حوض البحر المتوسط كلها حيث تم بناء القرى في أكثر المناطق وعورة، بينما بقيت المناطق السهلية شبه خالية. في الصورة قرية على هضاب «لازيالي» قرب مدينة روما.

شبه جزيرة إيبيريا الطبيعية

خريطة رقم ٢٩



شبه جزيرة إيبيريا السياسية

خريطة رقم ٣٠





اسبانيا: مشهد داخلي للجامع في مدينة كوردوبا.



اسبانيا: منتزه ريتيرو في مدريد.



اسبانيا: مشهد لمدينة سقيل .



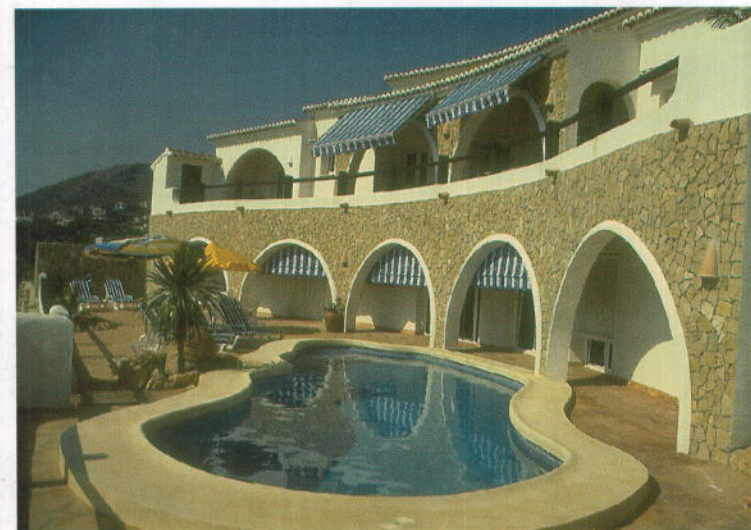
اسبانيا: مشهد لمدينة ألكازار.



اسپانیا: قصر اسپانا .



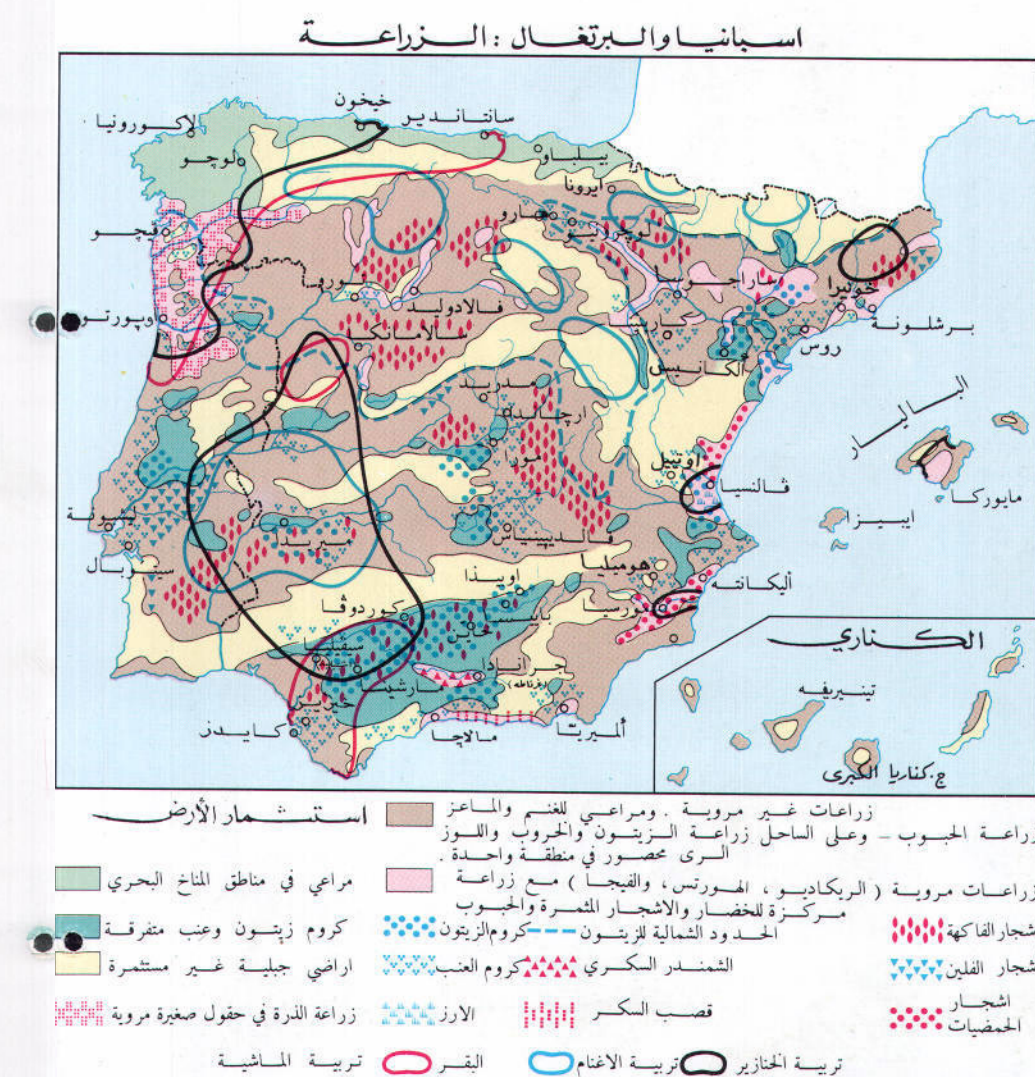
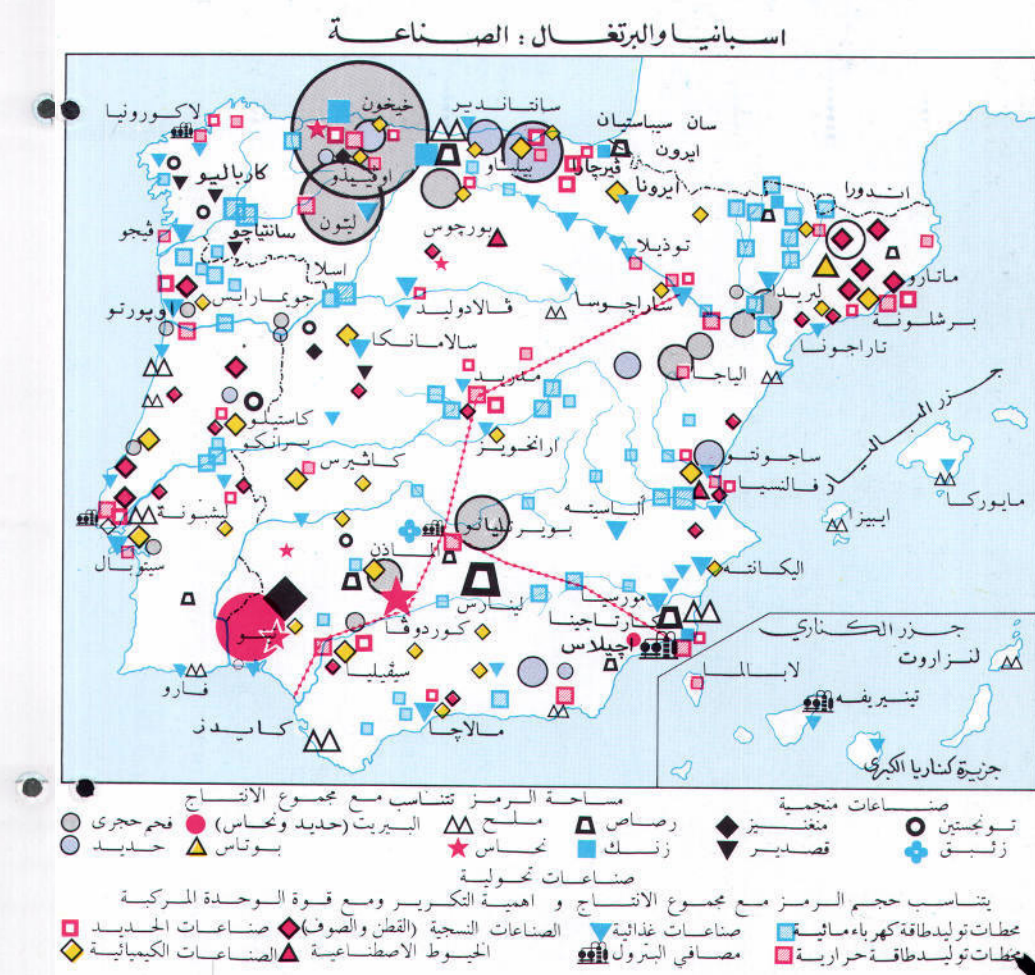
اسبانيا: مشهد لمصارعة الثيران.



اسبانيا: منزل تقليدي في مدينة موراريا.



اسبانيا: حديقة القصر الحمراء في جرانادا.



اسبانيا: قصر الاسكوريال .



اسبانيا: مشهد للمدينة من قصر مالاچا.



اسبانيا: مزرعة في مدينة لوجار.



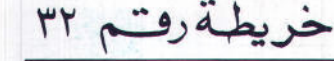
اسبانيا: مشهد لجبال الپيرينيه من مدينة أینسا .

الدرجات

الدرجة	اللون
100	أحمر
90	برتقالي
80	برتقالي
70	برتقالي
60	برتقالي
50	برتقالي
40	برتقالي
30	برتقالي
20	برتقالي
10	برتقالي
0	أخضر

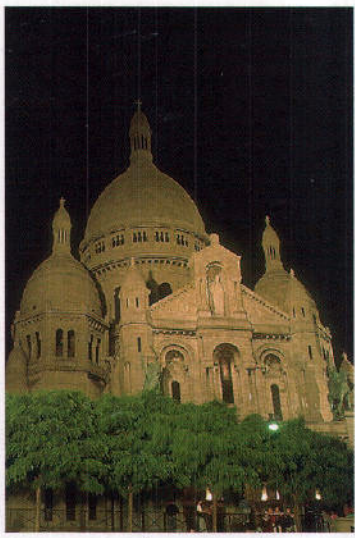
الدرجات

الدرجة	اللون
100	أزرق
90	أزرق
80	أزرق
70	أزرق
60	أزرق
50	أزرق
40	أزرق
30	أزرق
20	أزرق
10	أزرق
0	أخضر

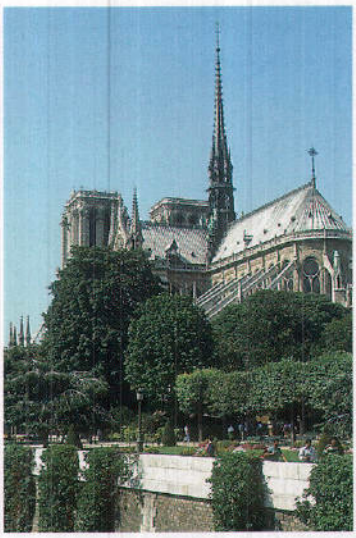




برج إيفل في باريس .



مشهد ليلي لكنيسة القلب الأقدس في باريس .



كنيسة نوتردام في باريس .



تمثال الملك لويس الرابع عشر في مدينة ليون .



دار الاوبرا .



ساحة مدينة أنيسي .



حديقة الزهور في منطقة سافوا العليا .



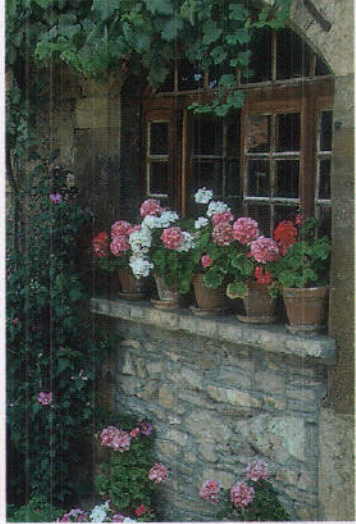
مدينة شامونكس السياحية في أسفل الجبل .



استراحة على حافة قناة في إكس لي بان .



مشهد لمقهى باريس .



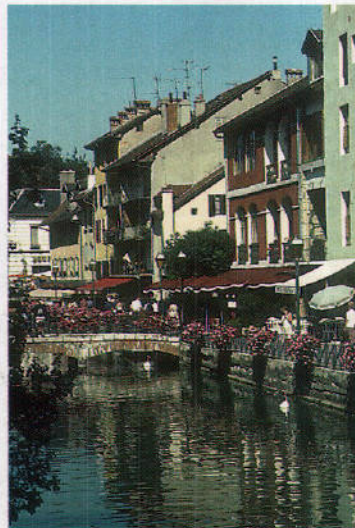
مشهد لشباك أثري .



قطار للأطفال في مدينة شامونكس .



مشهد بجانب مدينة شامونكس .



مشهد لهندسة قناة في أنيسي .

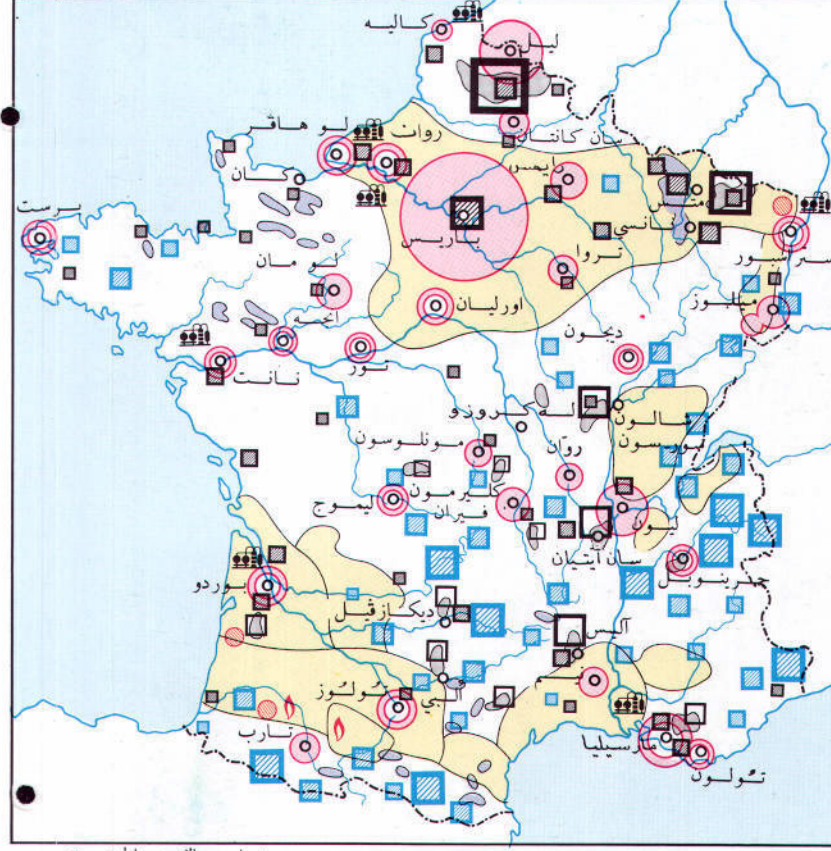


نافورة في جانب قصر أنيسي .



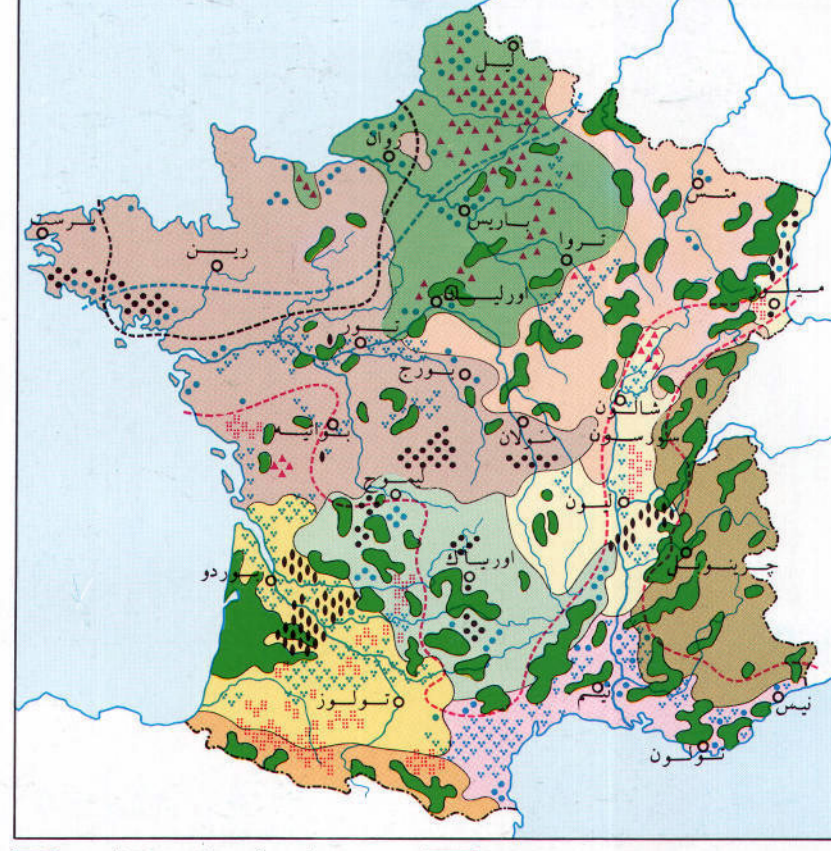
مشهد لقمة المون بلان .

فرنسا: المناجم، منابع الطاقة والصناعة



- مناجم الفحم الحجري
- مناجم الحديد
- محطات كهرباء مائية
- محطات كهرباء حرارية
- مدن كبيرة ذات صيغة صناعية
- مدن ذات صناعات مهمة
- كل دائرة تتناسب مع عدد السكان
- مصافي بترولية
- غاز طبيعي
- تناسب مساحة الرمز مع أهمية القوة المركبة

فرنسا: الزراعة



- زراعات متوسطة : خضار وفواكه الجنوب
- زراعة الحبوب والكرمة والتبغ في الجنوب الغربي الأطلسي
- مراعي وتربية الماشية في المرتفعات الوسطى (المايسيف سنترال)
- زراعة الحبوب وتربية الماشية في مناطق الغابات والمرتفعات
- مناطق زراعة الكرمة الكثيفة
- الحدود الشمالية لزراعة الذرة
- حدود زراعة الكرمة
- منتجات الخضار والفواكه
- زراعة كثيفة في منطقة تربة اللوس
- زراعة الحبوب والكرمة والتبغ في الجنوب الغربي الأطلسي
- مراعي وتربية الماشية في المرتفعات الوسطى (المايسيف سنترال)
- زراعة الحبوب وتربية الماشية في مناطق الغابات والمرتفعات
- مناطق زراعة الكرمة الكثيفة
- الحدود الشمالية لزراعة الذرة
- حدود زراعة الكرمة
- منتجات الخضار والفواكه



فرنسا: قصر صغير قرب بحيرة أنيسي .



فرنسا: قمة المون بلان في جبال الألب .



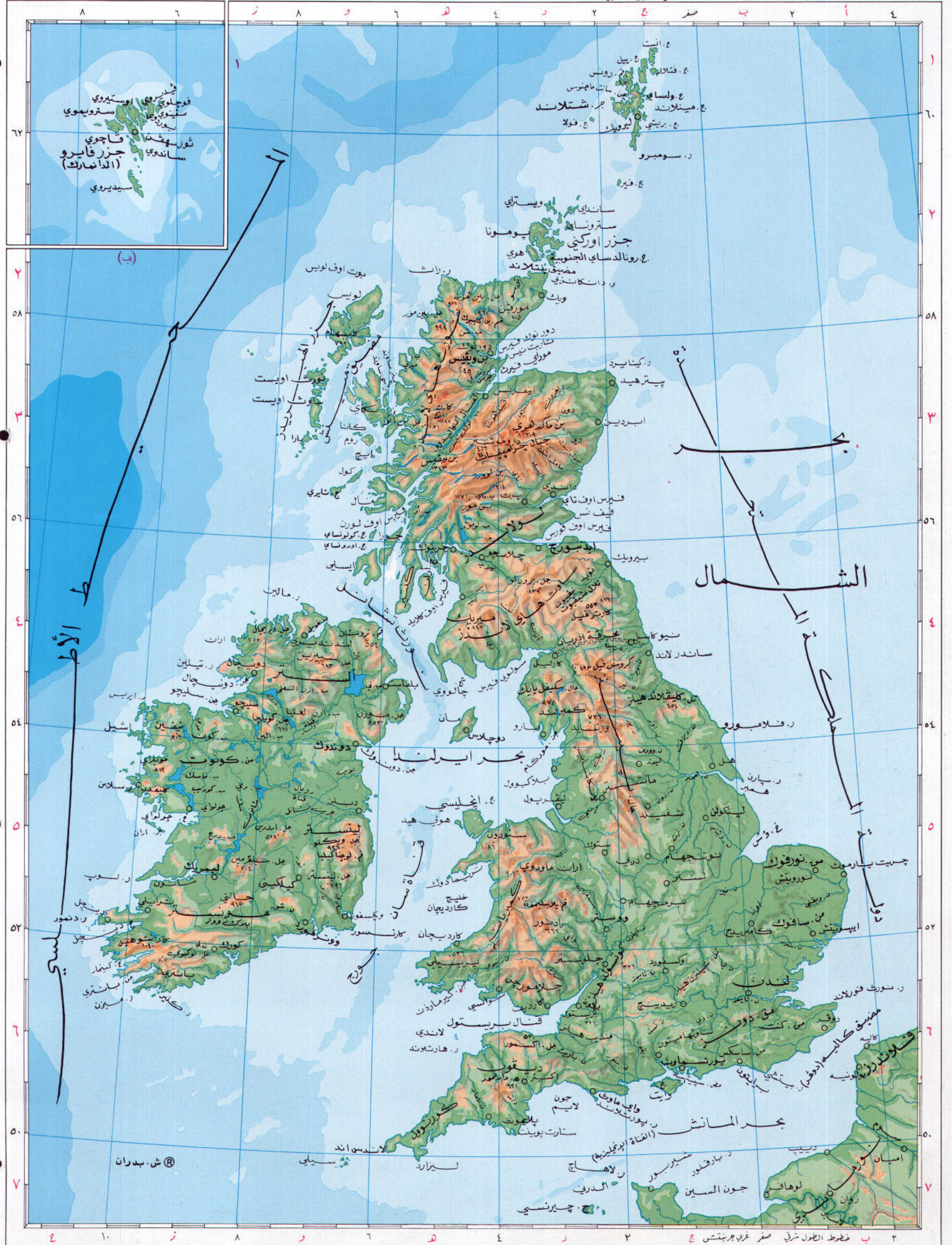
فرنسا: مشهد لمدينة سان ترويز .

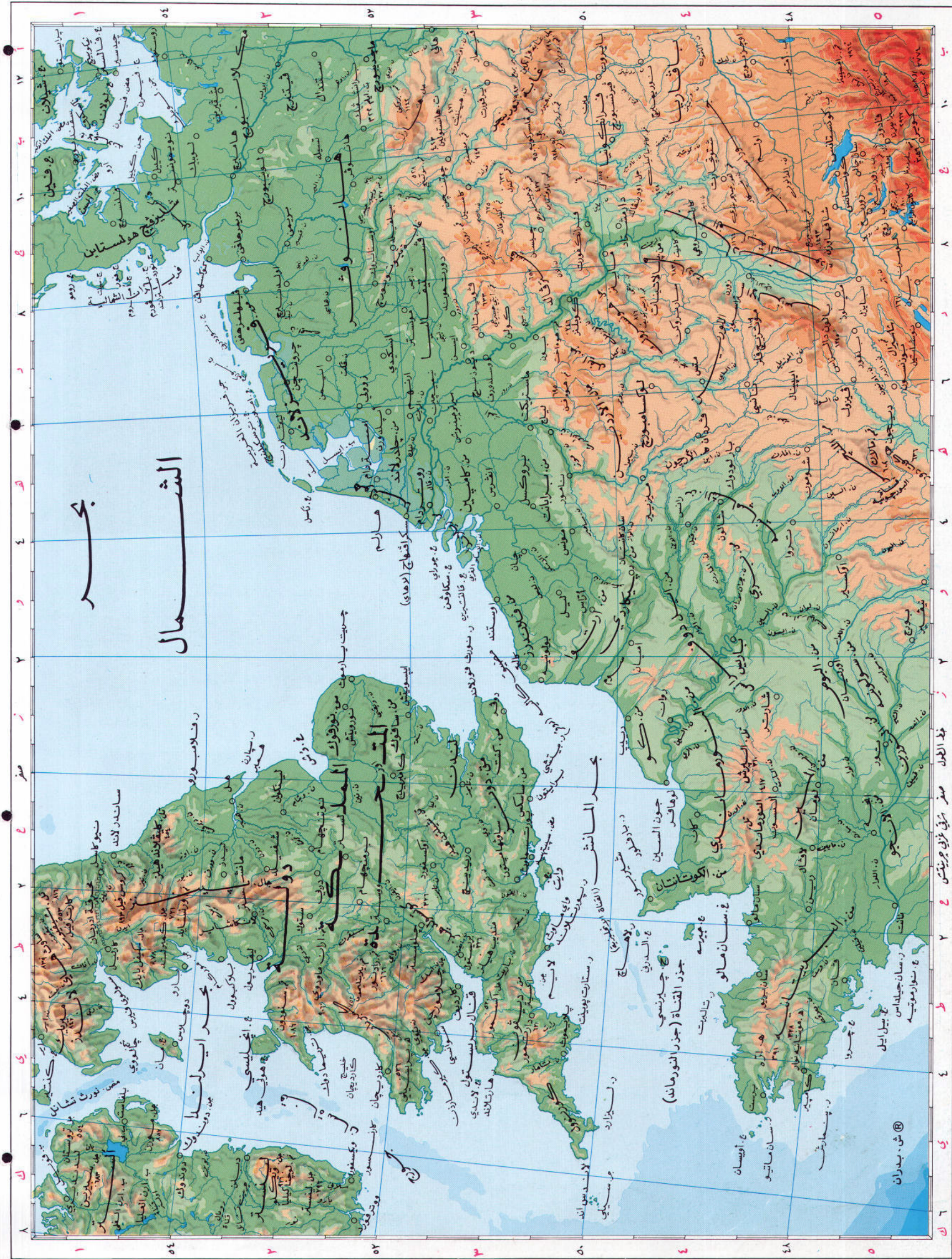


فرنسا: قناة بحرية في مرفأ جريمو .

فرنسا: مصنع حرازي لتوليد الطاقة الكهربائية في بور دي لوار









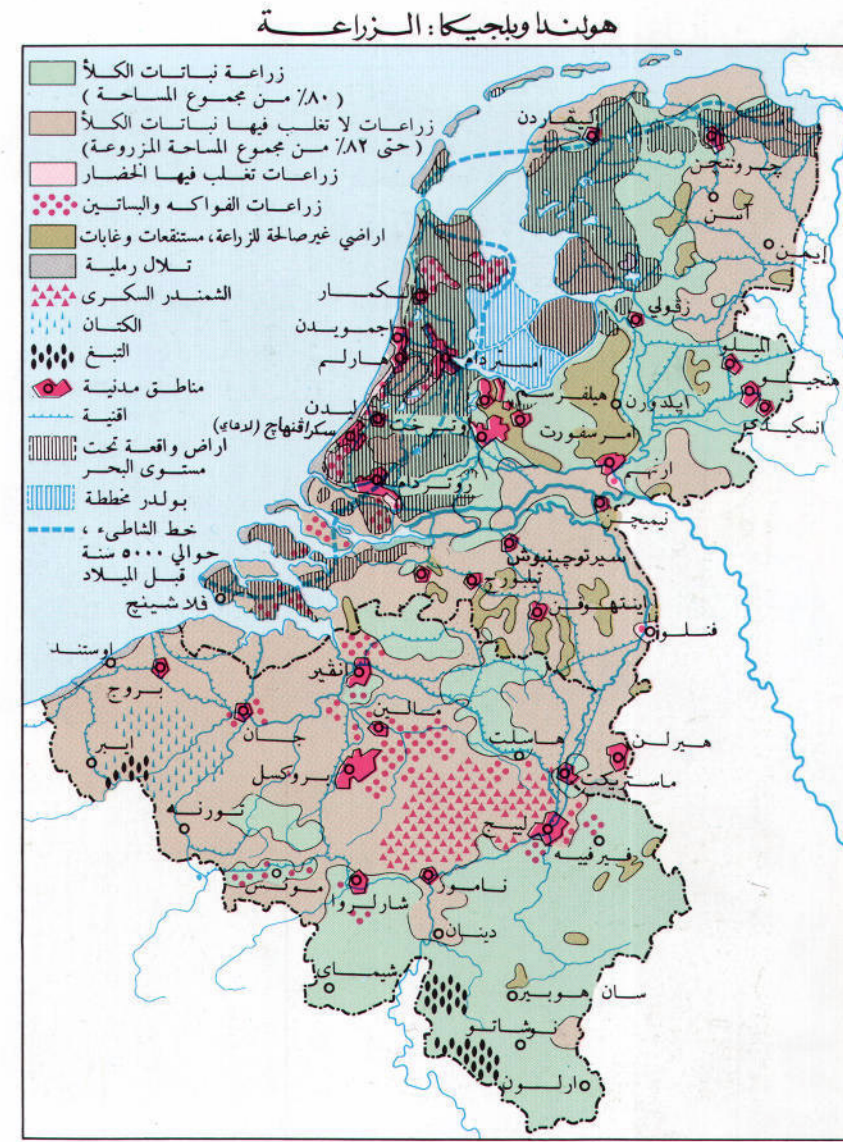
هولندا: كنيسة فروينبورك التي شُيّدت سنة ١٦٧١ في مدينة دوردرخت.



هولندا: المركز البلدي الذي يرجع تاريخ بناءه الى القرن الخامس عشر.



هولندا: طاحونة هوائية تستعمل لطحن الحبوب في مدينة نيوكويك.



هولندا: البواخر السياحية في نهر امستل في امستردام.

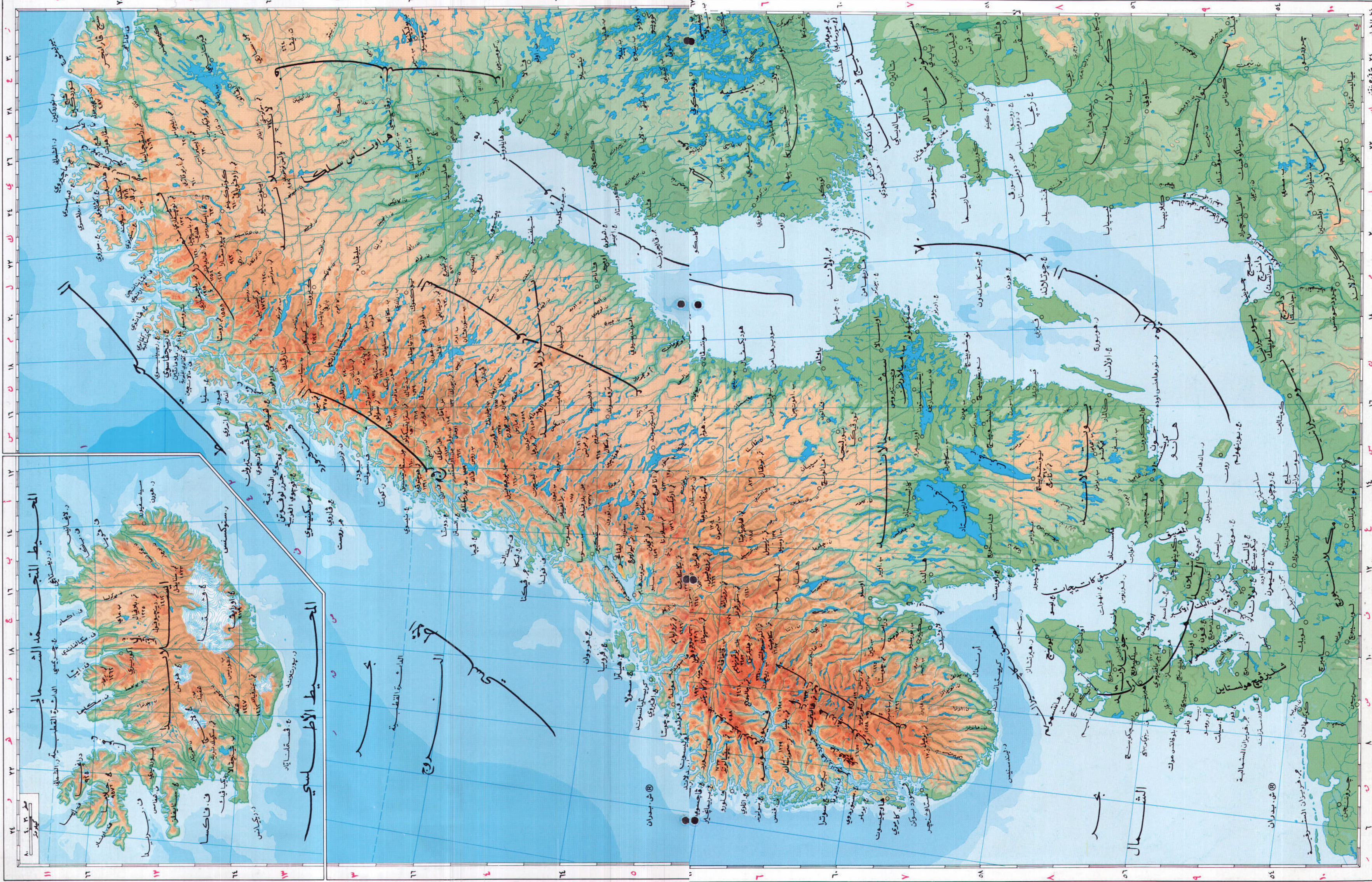


(الى اليمين) مدينة روتردام - نسبة إلى الرين الذي تقع على أحد روافده - تعتبر أكبر مرفأء العالم رغم بعدها مسافة ١٨ كم عن البحر، ويشكل البترول النسبة الكبرى من البضائع المستوردة. ليست روتردام مرفأء هولندا الرئيسي فحسب، بل وبؤابة أوروبا أيضاً. ففقسم كبير من تجارة ألمانيا وسويسرا والنمسا يتم عبرها.



هولندا: يرجع تاريخ بناء هذا القصر إلى القرن الثالث عشر في مدينة مويدين.





المحيط الأطلسي

المحيط المتجمد الشمالي

الم ١:٤٥٠٠٠٠
٥٠ ٢٥ ٠ ٢٥ ٥٠
كيلومتر

الم ١:٤٥٠٠٠٠
٥٠ ٢٥ ٠ ٢٥ ٥٠
كيلومتر





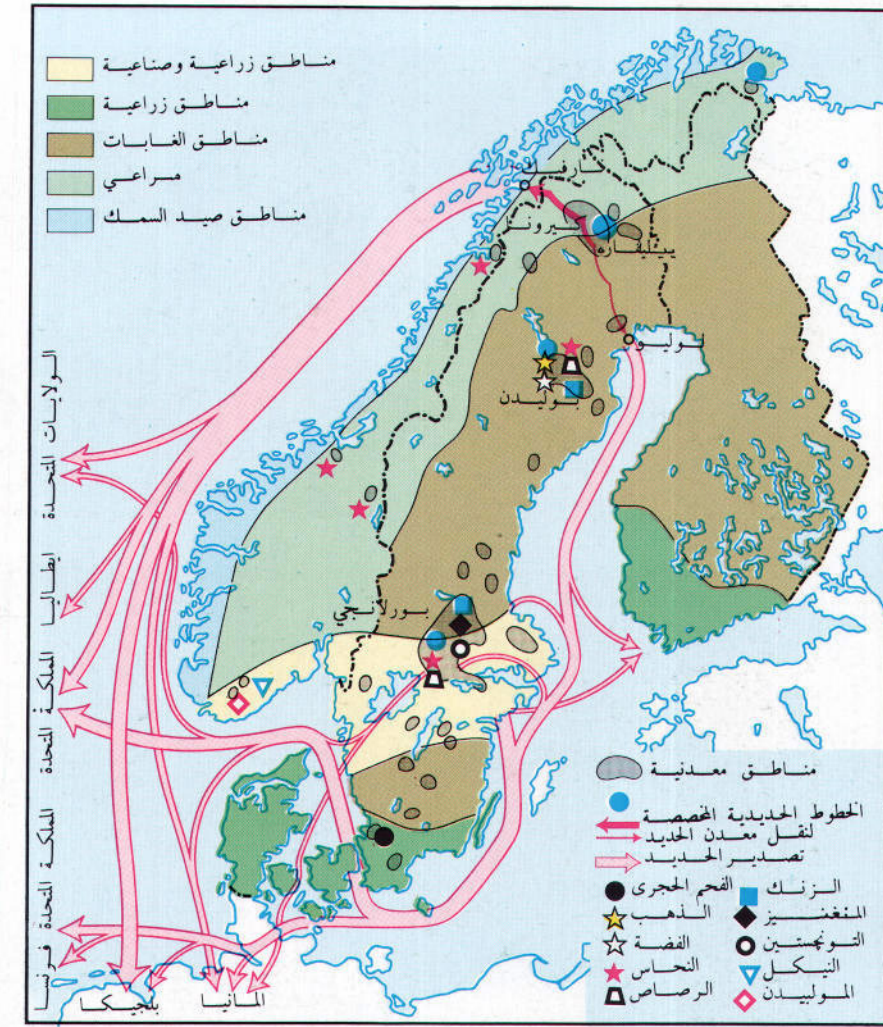
السويد: مشهد للبنك المركزي في مدينة ستوكهولم.



السويد: طاحونة هوائية في جزيرة اولاند.



السويد: بواخر راسية في ميناء جوتنبرج.



الدانمارك: مشهد للأبنية والبواخر في نهر نيهافن في مدينة كوبنهاغن.



الدانمارك: قصر روزنبيرج في كوبنهاغن.

الحركة البركانية هي طابع جيولوجي مميز في جزيرة ايسلندا التي يقع فيها عدد هائل من البراكين الهامة والحية. إلى جانب هذه البراكين، توجد حركات بركانية جانبية تتمثل بالنباييع الكبريتية والمائية الحارة (حتى ١٠٠ درجة) التي يبلغ عددها حوالي ٦٠٠ ينبوع متفجر. وظّقت الحكومة هذه الظاهرة من المياه الحارة في التدفئة المركزية. وهي تجري الآن دراسات لتحويل الطاقة الحرارية هذه إلى طاقة كهربائية. في الصورة، منظر للنافورة الكبرى التي تعتبر أهم معالم ايسلندا السياحية (أكبر نوافير العالم الطبيعية).



الدرجات

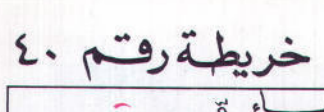
اللون

الدرجات

اللون



أوروبا الوسطى السّياسيّة

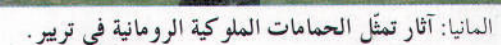
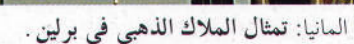
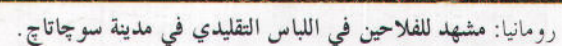
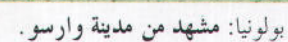


الدرجات

اللون

الدرجات

اللون





النمسا: بحيرة چوزو في جبال داكشتاين.



رومانيا: مشهد من الرقص التقليدي.



رومانيا: سوق الماشية في مدينة سوچاتاج.



رومانيا: مدينة سيبو في مقاطعة ترانسيلفانيا.

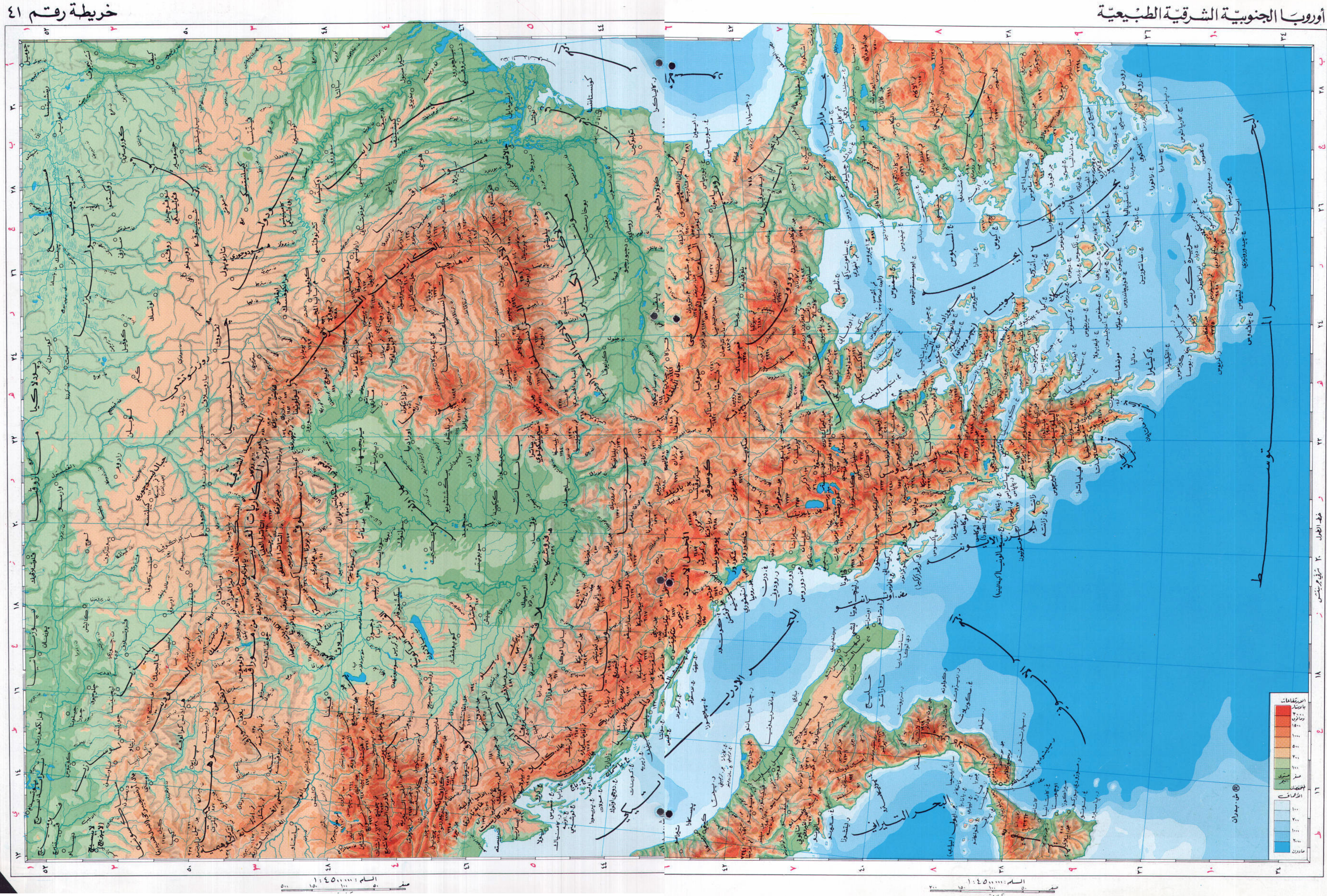


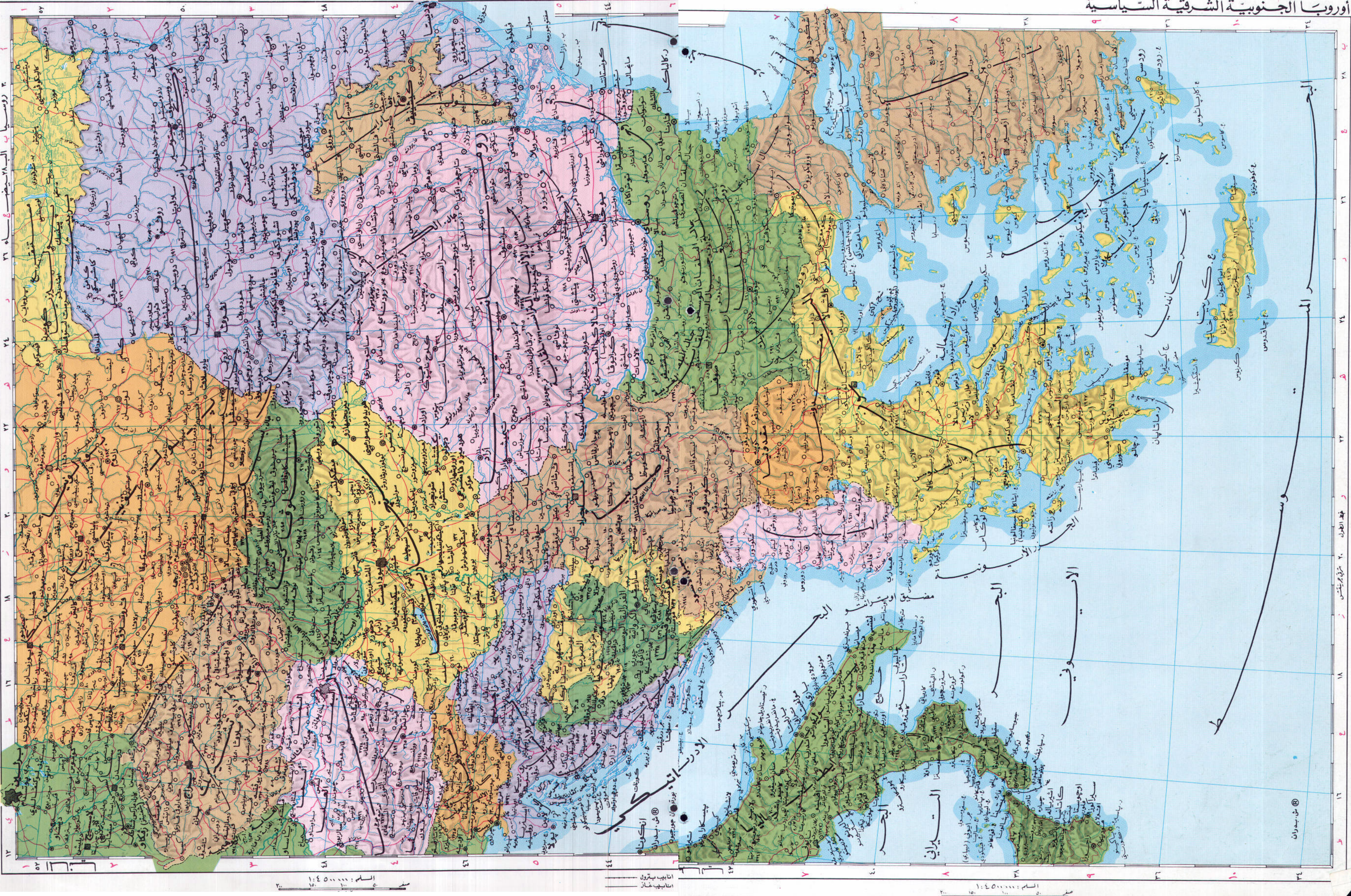
رومانيا: انتاج المزارع في سوق مدينة بايا ماري.



بولونيا: مرفأ لمدينة دانرچ (چدانسك)

أوروبا الجنوبية الشرقية الطبيعية







اليونان: مدينة ليندس في جزيرة رودس .

مدينة دوبروفنيك (راجوزا) هي، بحق، أجمل المدن اليوغوسلافية الواقعة على شواطئ الأدرياتيك، ويرجع بناؤها إلى القرن الثالث عشر. المدينة محاطة بأسوار عالية، ولضيق شوارعها لا يُسمح للسيارات بالتجول داخلها.



التطور السياسي في البلقان

من مؤتمريينا الى الحرب العالمية الأولى (١٨١٥ - ١٩١٥)



ترکيا: آثار رومانية في اسطنبول.



اليونان: مشهد لجزيرة كورفو.



اليونان: مدينة كورفو.



من الحرب العالمية الأولى حتى الحزب العالمية الثانية (١٩١٨ - ١٩٤٨)



اليونان: مشهد لقرية في جزيرة اندروس.



اليونان: مرفأ لجزيرة ميكونوس في جزر السيكلاد.



اليونان: شاطئ ريشمون في جزيرة كريت.



اليونان: مرفأ جزيرة تيرا.

في منطقة تساليا، وسط اليونان، مجموعة من المسلات الصخرية العمودية الجوانب، بنى الرهبان في أعلاها، بين القرنين الثاني عشر والسادس عشر، حوالي عشرين ديراً كانت المُنْثَل تُنْقَل إليها بواسطة الحبال. تحوي هذه الأديرة مجموعة كبيرة من التحف الفنية.

روسيا



مدينة «اسطنبول» عُرفت في التاريخ القديم تحت اسم القسطنطينية، وعرفت ازدهاراً عظيماً بسبب كونها عاصمة الإمبراطورية الشرقية. و«أيا صوفيا» هي، دون شك، أجمل المعالم فيها، وهي تُعرف اليوم باسم الجامع الكبير.





رأى الأرضية من الفضاء ثلاثية الأبعاد

جمهورية مستقلة في أوروبا الشرقية وآسيا. في ٣١ آذار ١٩٩٢، قام ٨٦ كياناً سياسياً [١٨] جمهورية و٦ أقاليم (كراي Krai) و٤٩ منطقة (أوبلاست oblast) ومدينتان (موسكو وسان
 بترسبورج) و١١ كياناً مستقلاً بالتوقيع على معاهدة اتحاد روسيا. وتحلّت كل من جمهورية
 الشيشان المتمتعة بالحكم الذاتي وجمهورية التتار عن توقيع المعاهدة. كانت روسيا (الإسم الرسمي:

وسا

وشو كشي وبحر سيبيريا الشرقية. وتحدها من الشرق عدّة ألْسنة بحريّة من المحيط الهادى: مضيق بيرينج (الذي يفصل روسيا عن ألاسكا) وبحار بيرينج أُوخوتسك واليابان. وتتاخم روسيا في أقصى الجنوب الشرقي طرفَ كوريا الشماليّ الشرقيّ. وتحدها من الجنوب الصين ومنجوليا وكازاخستان وأذربيجان وجورجيا والبحر الأسود. وتحدها أوكرانيا من الجنوب الغربيّ، وكُلّ من روسيا البيضاء (بيلاروسيا) ولاتفيا وإستونيا وخليج فنلندا وفنلندا والنرويج من الغرب. وتحدّ ليتوانيا وبولونيا شقّة كالينينجراد المعزولة الواقعة على بحر البلطيق.

تقع الجزر الرئيسيّة التابعة لروسيا في المحيط المتجمّد الشمالي وفي المحيط الهادىء. في أقصى الشمال، (في المحيط المتجمّد الشماليّ)، تقع أرض فرنسو جوزيف، وهي أرخبيل مؤلّف من حوالى ١٠٠ جزيرة. وتشمل الجزر القطبيّة الشماليّة الأخرى، من الغرب إلى الشرق، الجزيرتين اللتين تشكّلان نوفايا زمليا وجزيرة فايغاش ومجموعة من الجزر، معروفة بسيقرنايا زمليا والجزر السيبيريّة الجديدة وجزيرة رانجل. وبين الجزر المذكورة أعلاه، نجد عدداً كبيراً من الجزر الصغيرة وسلاسل الجزر الصغيرة. وفي المحيط الهادىء، نجد جزر كوريل، التي تمتدّ على شكل قوس إلى الجنوب الغربيّ من الطرف الجنوبيّ لشبه الجزيرة الروسيّة من كامتشاتكا إلى اليابان، والتي تتنازع روسيا واليابان، منذ أمد بعيد، على ملكيّتها وحقوق الصيد في منطقتها. ويضمّ المحيط الهادىء أيضاً جزيرة ساكالين الكبيرة، التي تفصل بين بحريّ أُوخوتسك واليابان.

يمكن تقسيم روسيا إلى ثلاث مناطق جغرافيّة واسعة: روسيا الأوروبيّة، التي تتألّف من الأراضي الواقعة غربيّ جبال الأورال؛ وسيبيريا، التي تمتدّ شرقاً من الأورال إلى المحيط الهادىء تقريبا؛ وشرق روسيا الأقصى، الذي يشتمل على المنطقة الجنوبيّة الشرقيّة وساحل الهادىء.

الأرض والموارد

يقع القسم الأكبر من روسيا شماليّ خطّ العرض ٥٠° ، ويسودها بالتالي مناخ شبيه بمناخ كندا. ويقع أيضاً معظم أراضيها بعيداً عن التأثير المطفّل للتيارات المحيطيّة، ما يؤلّد مناخاً قارياً أقسى من المناخ الذي يسود معظم الدول الأوروبيّة. ويحدّد المناخ، وبدرجة أقلّ الأثرية، من الموارد الزراعيّة. إلّا أن اتساع الأراضي الروسيّة وتكويناتها الجيولوجيّة المتوّعة توفّر موارد معدنية لا يضاھيها فيها أي بلد آخر في العالم.

المناطق الفيزيوجرافية

تضمّ روسيا بنى جيولوجيّة وتكوينات سطحيّة شديدة التعقيد نشأت وتطوّرت بشكل منفصل خلال العصور الجيولوجيّة المختلفة. وبشكل مبسّط، تتألّف أرض الجمهوريّة من سهل شاسع في الأجزاء الغربيّة والشماليّة من البلاد، يحده حزام منقطعّ من الجبال والهضاب في الجنوب والشرق؛ وهذا السهل هو أكبر سهل في العالم. وتشمل الأراضي المرتفعة (النجد) والمناطق الجبليّة معظم سيبيريا، وتمتدّ إلى حدود الهادىء.

السهل الأوروبيّ

تتألّف روسيا الأوروبيّة بشكل رئيسيّ من سهل متموّج يبلغ متوسط ارتفاعه حوالى ١٨٠ متراً. وقد تشكّلت أرض هذا السهل بفعل علم المجاري المائية والرياح وأنهار الجليد، طوال ملايين السنين على طبقات شبه أفقيّة من الصخور الرسوبيّة. وفي بعض الأماكن، انحثت الصخور الرسوبيّة الطريّة، وظهرت على السطح القاعدة المكوّنة من الصخور البركانيّة والمتحوّلة الصلبة؛ وتقع أبرز هذه المناطق في الشمال الغربيّ قرب الحدود مع فنلندا. وتكون الطوبوغرافيا في هذه المناطق وعرة بوجه العموم، نظراً لوجود البوارز (جمع بارزة)، ولا سيّما في الشمال، حيث تصل الأرض إلى أقصى ارتفاع لها (١١٩١ متراً) في وسط شبه جزيرة كولا. وفي ما عدا ذلك، تبقى تضاريس السهل الأوروبيّ، باستثناء بعض الحالات البسيطة، منخفضة جدّاً.

وقد نشأت المعالم السطحيّة الأخرى بفعل عمل الجليد. ومن هذه المعالم، نجد عدّة مناطق سبخيّة واسعة، مثل أرض مشورا المنخفضة جنوب شرق موسكو على طول نهر أوكا. وكانت هذه المنطقة الفقيرة السيّئة التصريف بحيرةً، عندما سدّ جليد المجلّدات المجاري المائية التي تصرّف ماءها اليوم. وقد شكّل أقرب العصور الجليديّة إلينا، والذي انتهى منذ حوالى ١٠,٠٠٠ إلى ١٢,٠٠٠ سنة خلت، ركماً جليدياً انتهائياً يمتد شرقاً من الحدود مع روسيا البيضاء (بيلاروسيا)، ثمّ شمال موسكو إلى الساحل القطبيّ الشماليّ، إلى الغرب من نهر ييتشورا. إنّ المنطقة الواقعة شمال هذه الحدود هي منطقة سيّئة التصريف، تضمّ عدداً كبيراً من البحيرات والمستنقعات.

جبال الأورال

ينتهي السهل الأوروبيّ في الشرق عند جبال الأورال. وجبال الأورال مجموعة من السلاسل الجبليّة القديمة والمنحّطة، وهي غير لافتة من الناحية الطوبوغرافية. لا يتجاوز متوسط ارتفاع جبال الأورال ٦٠٠ متر تقريباً، وتبلغ الجبال أقصى ارتفاع لها في الشمال عند قمم نارودنايا (جبل الشعب) حيث تسجّل ١٨٩٤ متراً فوق مستوى سطح البحر. لكنّ هذه الجبال مهمّة جدّاً لاحتوائها على مجموعة منوّعة من الأركزة المعدنية، التي تتراوح من المحروقات المعدنية إلى خامات الحديد والمعادن غير الحديدية والأركزة غير المعدنية.

منخفض سيبيريا الغربيّة

إلى شرق جبال الأورال، تستمرّ المنطقة السهليّة في منخفض سيبيريا الغربيّة. وتعاني هذه المنطقة الشاسعة والمسطّحة سوء التصريف، وهي عموماً سبخيّة أو مستنقعيّة.

مرتفعات سيبيريا الوسطى

تبدأ شرقَ نهر ينيسي الأراضي المرتفعة المتموّجة التي تشكّل مرتفعات سيبيريا الوسطى. ويتراوح متوسط ارتفاع هذه المنطقة بين ٥٠٠ و ٧٠٠ متر تقريباً. وفي جميع المناطق، شقّت الأنهار السطح أو حتّته، وشكّلت في بعض الأماكن شُعباً (أخاديد، ودياناً ضيّقة متحدّرة الجوانب) عميقة. وتتميّز بنية المنطقة الجيولوجيّة بالتعقيد، فوق قاعدة من الصخور البركانيّة والمتحوّلة، تمتدّ في الكثير من الأماكن صخور رسوبيّة وحجم بركانيّة سميكة. وتتميّز المنطقة بغناها بالأركزة المتنوّعة.

جبال سيبيريا الشرقية

تتألّف الطوبوغرافيا شرق نهر لينا من سلسلة من الجبال والأحواض. وتبلغ السلاسل الأكثر ارتفاعاً في هذه المنطقة ارتفاعاً أقصى يتراوح بين ٢٣٠٠ و ٣٢٠٠ متر تقريباً. وإلى الشرق، باتجاه المحيط الهادىء، تصبح الجبال أكثر ارتفاعاً وتحذراً، ويسود النشاط البركانيّ. تضمّ شبه جزيرة كامشاتكا إلى ١٢٠ بركاناً، منها ٢٣ بركاناً ناشطاً حالياً. ويصل ارتفاع أعلى قمّة بركانيّة كليوتشفسكايا إلى ٤٧٥٠ متراً. وتواصل سلسلة جبال كامشاتكا البركانيّة امتدادها باتجاه الجنوب في جزر كوريل، التي تحتوي على حوالى ١٠٠ بركان، منها ٣٠ بركاناً ناشطاً.

الأنظمة الجبليّة الجنوبيّة

تشمل الحدود الجنوبيّة لروسيا الأوروبيّة جبال القوقاز الحديثة التكوّن والناشطة زلزاليّاً، والتي تمتدّ بين البحر الأسود وبحر قزوين، وتتضمّن جبال القوقاز سلسلتين جبليّتين كبيرتين تعرّضتا للطغي وتفصلهما منطقة منخفضة على طول امتدادهما؛ وتشكّل جبال القوقاز الكبرى الشماليّة جزءاً من حدود روسيا الجنوبيّة. يتميّز نظام الجبال هذا بتعقيدهِ من الناحية الجيولوجيّة، ويتألّف من حجر الكلس والصخور البلوريّة مع بعض التكوينات البركانيّة. ويصل أقصى ارتفاع لجبال القوقاز الكبرى إلى ٥٦٤٢ متراً عند قمّة الابلوز، وهو بركان خامد يشكّل أعلى قمّة في أوروبا. وتواصل سلاسل جبليّة أخرى امتدادها باتجاه الشمال الشرقيّ على طول الحدود الجنوبيّة لسيبيريا الوسطى والشرقيّة وصولاً إلى المحيط الهادىء. ومن هذه السلاسل، نذكر سلاسل ألتاي وسايان وبابلونوي وستانوفوي.

الخطّ الساحليّ والأنهار والبحيرات

تملك روسيا أطول خطّ ساحليّ بين بلدان العالم. ويمتدّ خطّهما الساحليّ على أكثر من ٣٧,٦٥٠ كيلومتراً، خصوصاً على طول المحيط المتجمّد الشماليّ والمحيط الهادىء؛ وتمتدّ السواحل الأخرى على طول البحر الأسود وبحر قزوين في الجنوب. ونظراً إلى أنّ القسم الأكبر من سواحلها يقع في مياه تبقى مجلّدة لعدّة أشهر في السنة، لا تملك روسيا سوى عدد قليل من المنافذ المحيطيّة المفتوحة على مدار السنة. ولكن، بالرغم من هذه التقييدات، تمارس روسيا الملاحة وصيد الأسماك في جميع البحار.

تقع أطول الأنهار الروسيّة في سيبيريا وأقصى روسيا الشرقية. وأكبر نظام نهريّ على الإطلاق هو نظام الأوب – إيرتيش؛ ويجري هذان النهران معاً مسافة ٥,٤١٠ كيلومترات من الصين الغربيّة شمالاً، عبر سيبيريا الغربيّة إلى المحيط المتجمّد الشماليّ. ويأتي في المرتبة الثانية نظام أمور – شلكا – أونون، الذي يخرج من منجوليا الشماليّة باتجاه الشرق، ويجري على طول الحدود الصينيّة السيبيريّة لمسافة ٤,٤١٦ كيلومتراً حتى يصل إلى ساحل الهادىء. أمّا ما في يتعلّق بالأنهار الفرديّة، فنهر لينا هو أطولها على الإطلاق؛ ويجري شمالاً عبر سيبيريا وأقصى روسيا الشرقيّة لمسافة ٤,٢٩٦ كيلومتراً تقريباً ليصبّ في المحيط المتجمّد الشماليّ. ويليه في المرتبتين الثانية والثالثة نهر إيرتيش والأوب. أمّا المرتبة الرابعة فيحتلّها نهر الفولجا، الذي يبلغ طوله ٣,٦٩٠ متراً، ما يجعله أطول نهر في أوروبا. ويصرّف نهر الفولجا مع رافديه الرئيسيّين – نهريّ الكاما والأوكا – قسماً كبيراً من مياه السهل الأوروبيّ الشرقيّ إلى الجنوب الشرقيّ من بحر قزوين. ويجري خامس أطول نهر، وهو نهر ينيسي، من منجوليا شمالاً عبر سيبيريا الشرقيّة إلى المحيط المتجمّد الشماليّ. ويصرّف رافده الرئيسيّ، نهر أنجارا، مياه بحيرة بايكال الهائلة، ما يخلق جرياناً كثيفاً ومنظّماً في الجزء السفليّ من النظام النهريّ؛ ويفرّغ نهر ينيسي ٦٠٣ كيلومترات مكعبّة من الماء في المحيط المتجمّد الشماليّ كلّ سنة، وهو أكبر دفق بين الأنظمة النهريّة في البلاد. ومن حيث مقدار التدفق، تأتي بعد ينيسي ثلاثة أنهار آسيويّة أخرى، هي اللينا والأوب والأمور، ونهر أوروني واحد هو الفولجا. وجميع الأنهار الأخرى تعطي دفقاً أقلّ بكثير.

ولعب الكثير من الجداول والمجاري المائية الأخرى دوراً هاماً، إمّا لأنها تُستعمل كطرقات للنقل أو كمصادر طاقة في المناطق الكثيفة السكّان، أو لأنها تجري عبر مناطق جافّة، حيث يشكّل الرّيّ عاملاً ضرورياً في الزراعة. وأبرز هذه الأنهار هو نهر الدون الذي يجري في السهل الأوروبيّ الجنوبيّ المكتظّ بالسكّان، ويصرّف المياه جنوباً إلى البحر الأسود وبحر ازوف. وفي السهل الأوروبيّ الشماليّ، يجري نهر تارفا ودفيئا الغربيّ باتجاه الشمال الغربيّ إلى بحر البلطيق؛ وتجري أنهار ييتشورا

ودفيئا الشماليّ وميزن وأونيجا إلى المحيط المتجمّد الشماليّ والبحر الأبيض. وفي السهل القوقازيّ الشماليّ، يُعتبر نهر كوبان، الذي يجري غرباً إلى بحر ازوف، ونهر تيرك، الذي يجري شرقاً إلى بحر قزوين، أهمّ مجريّين مائيّين لأغراض الري.

إضطلعت الحكومة السوفيّاتيّة بدور فعّال عبر بناء سدود كبيرة لتوليد الطاقة الكهربائيّة ولأغراض الرّيّ وضبط الفيضانات والملاحة. وقد تحوّلت أحواض بعض الأنهار بشكل كامل، بفعل خلق سلسلة من البحيرات الإصطناعيّة الهائلة. وقد أُقيمت أكبر هذه الإنشاءات على نظام الفولجا – كاما وعلى نهر الدون في السهل الأوروبيّ، وعلى الأجزاء العليا من نظام ينيسي – أنجارا ونظام الأوب – إيرتيش في سيبيريا.

ونجد في روسيا الكثير من البحيرات الطبيعيّة، ولا سيّما في الجزء الشماليّ الغربيّ المتجلّد من البلاد. إلّا أنّ بحر قزوين الواقع في الجنوب هو أكبرها مساحة. وبالرغم من أنه يُعرف بالبحر، فهو في الحقيقة بحيرة مالحة تشغل منخفضاً في الأرض؛ تصبّ بعض الأنهار في هذه البحيرة، ولكن بسبب جفاف المناخ لا يمتلئء الحوض العميق بالماء ولا يفيض الماء فيسيل إلى البحر. ولا يخرج الماء من البحيرة إلّا بالتبخّر، فيتراكم الملح مع مرور الوقت. تبلغ مساحة بحر قزوين حوالى ٣٧١,٠٢٠ كيلومتراً مربعاً، ما يجعله أكبر بحيرة في العالم من حيث المساحة السطحيّة. وثاني أكبر جسم مائيّ في روسيا هو بحيرة بايكال، التي تبلغ مساحتها ٣٠,٥١٠ كيلومترات مربّعة. وتشكّل بحيرة بايكال أعمق بحيرة مياه عذبة في العالم، إذ يبلغ أقصى عمق لها ١٦٣٧ متراً؛ وتحتوي هذه البحيرة على حجم من الماء (حوالى ٢٣,٠٠٠ كيلومتر مكعب) يفوق حجم أيّ بحيرة أخرى في العالم: ويُقدّر أنّ بحيرة بايكال تحتوي على خمس المياه السطحيّة العذبة في العالم. وتحتلّ بحيرتا لادوجا وأونيجا المرتبتين الثالثة والرابعة من حيث المساحة. وتقع هاتان البحيرتان في ما يُعرف بمنطقة البحيرات الكبرى في شمال غرب روسيا الأوروبيّة. ولكلا هاتين البحيرتين العذبتين، أصل جليديّ كما أنّ لهما منافذ على خليج فنلندا.

المناخ

يعكس المناخ القاسي الذي يسود روسيا عرضها الجغرافيّ المرتفع وغياب التأثيرات البحريّة المطلّفة. ويتميّز مناخ روسيا بشتاء طويل وبارد، وصيف قصير ومعتدل نسبياً. وتحول الجبال العالية الممتدّة على الحدود الجنوبيّة لروسيا وآسيا الوسطى دون دخول القسم الأكبر من الكتل الهوائيّة الإستوائيّة البحريّة. وفي الشتاء، يتجلّد المحيط المتجمّد الشماليّ حتى الساحل، ويلعب دور كتلة قاريّة مجلّدة ومغطّاة بالثلج بدلاً من أن يكون محيطاً ذا تأثير ملطف نسبياً. ونظراً إلى أنّ الأراضي الروسيّة تقع في حزام تغطّي فيه الرياح الغربيّة، لا تصل التأثيرات المطلّفة من المحيط الهادىء إلى مسافة كبيرة داخل الأرض. ويصبح ذلك بشكل خاصّ في الشتاء، عندما تنتشر بقعة أساسيّة كبيرة من الضغط المرتفع، متمركزة في منجوليا، فوق القسم الأكبر من سيبيريا وأقصى روسيا الشرقيّة.

ويأتي التأثير البحريّ الأساسيّ من المحيط الأطلسيّ في الغرب، لكن عندما يصل هواء الأطلسيّ إلى روسيا يكون قد عبر الجزء الغربيّ من أوروبا بأكمله وتعرّض للكثير من التغيّرات. ويدخل هذا الهواء إلى الأراضي الروسيّة بشكل أسهل في الصيف، عندما يستقرّ عموماً فوق الأرض، نظام من الضغط المنخفض. وفي هذه الفترة من السنة، يمكن لهواء الأطلسيّ الدافئ والرطب أن يشقّ طريقه شرقاً إلى وسط سيبيريا. وبشكل هذا الهواء الكتلة الهوائيّة الأساسيّة الحاملة للرطوبة التي تبلغ روسيا، ويتلقّى القسم الأكبر من الأراضي، بفعل هذه الكتلة الهوائيّة، قدراً كبيراً من الأمطار الصيفيّة. وتشكّل الأمطار الصيفيّة عاملاً معزّزاً للزراعة، إذ إنّ معظم المناطق الزراعيّة الجيدة يعاني نقصاً في الرطوبة. لكنّ توزيع الأمطار في الصيف لا يناسب جميع المناطق؛ ففي الكثير من المناطق، غالباً ما يضرب الجفاف في وقت مبكر من الصيف، بينما قد يشهد وسط الصيف وآخره أمطاراً غزيرة وغيوماً تعيق الحصاد. ويسود هذا الوضع، بشكل خاصّ، في أقصى المنطقة الشرقيّة، حيث يصل تيار من الرياح الموسميّة المقبلة من الهادىء في وسط الصيف وآخره. وفي المناطق الشماليّة، ولا سيّما من موسكو باتجاه الشمال، يحجب السماء في الكثير من الأحيان، ولا سيّما في الشتاء، دثار رتيب من الغيوم، ما يجعل الروس يطلقون على هذه الظاهرة اسماً خاصّاً هو پاسمورنو، أيّ «الطقس الكتيب». وفي كانون الأوّل، مثلاً، يبلغ معدّل الأيّام الغائمة في موسكو ٢٣ يوماً.

غير أنّ المعدّلات السنويّة لهطول الأمطار تتراوح بين الضئيلة والمنخفضة في معظم أنحاء البلاد؛ فنظراً إلى كون الهواء بارداً في معظم الأوقات، فإنّه لا يستطيع حمل قدر كبير من بخار الماء. في السهل الأوروبيّ، يتناقص المعدّل السنوي لهطول الأمطار من أكثر من ٨٠٠ مم في روسيا الغربيّة إلى أقلّ من ٤٠٠ مم على طول ساحل بحر قزوين. وفي أنحاء سيبيريا وأقصى المنطقة الشرقيّة، تتراوح كمّيّات الأمطار السنويّة عموماً بين ٥٠٠ و ٨٠٠ مم تقريباً؛ وفي المرتفعات، قد تصل المعدّلات السنويّة إلى ١٠٠٠ مم أو أكثر، ولكن في الأحواض الداخليّة قد لا تتعدّى كمّيّة الأمطار ٣٠٠ مم.

يتميّز مناخ روسيا بدرجات حرارة متطوّفة. تسجّل سيبيريا الشرقيّة درجات الحرارة الأكثر انخفاضاً في الشتاء؛ وبلطف الهواء الآتي من المحيط الأطلسيّ، إلى حدّ ما، درجات الحرارة في الغرب. وتُعرف فيركوبانسك في الجزء الشماليّ من أقصى المنطقة الشرقيّة باسم «قطب العالم

البارد». ففي كانون الثاني، يبلغ معدّل درجات الحرارة في تلك المنطقة ٥١° مئوية تحت الصفر؛ وبلغت أدنى درجة حرارة مسجّلة في الشتاء (في شهر شباط) ٦٨° مئوية تحت الصفر. إنّ الشروط الجغرافيّة نفسها التي تؤدّي إلى انخفاض درجات الحرارة خلال الشتاء في الجزء الشماليّ الشرقيّ من البلاد – البعد عن البحر ووجود وديان ضيّقة بين الجبال – تتسبّب بركد الهواء في الصيف، ما يسمح باشتداد الحرارة بفعل استمرار ضوء النهار بشكل شبه دائم في هذه المناطق القريبة من القطب. في تمّوز، يبلغ معدّل درجات الحرارة في فيركوبانسك ١٣° مئوية، وقد وصلت درجة الحرارة القصوى إلى ٣٧° مئوية. ويصل التراوح المطلق لدرجات الحرارة في المدينة إلى ١٠٥° مئوية، وهو أكبر تراوح في العالم.

تضمّ الأراضي الروسيّة عدداً من المناطق المناخيّة المتميّزة، التي تمتدّ عموماً على طول البلاد في أحزمة شرقيّة – غربيّة، ويسود على طول ساحل المحيط المتجمّد الشماليّ مناخٌ التندرة، الذي يمتدّ جنوباً في أقصى المنطقة الشرقيّة على منحدرات الجبال العالية. وإلى جنوب هذه المنطقة، نجد حزاماً عريضاً من المناخ شبه القاريّ يمتدّ جنوباً إلى مدينة سان پيترسبورج (ليننجراد)، ويعرض شرق جبال الأورال ليشمل سيبيريا وأقصى روسيا الشرقيّة بأكملهما تقريباً. ويسود القسم الأكبر من روسيا الأوروبيّة مناخٌ قاريّ أكثر اعتدالاً. ويبلغ هذا الحزام أقصى عرض له في الغرب، ويمتدّ من بحر البلطيق إلى البحر الأسود، ثمّ يضيق تدريجيّاً باتجاه الشرق حتى يشمل قطاعاً ضيّقاً في جنوب المنخفض السيبيريّ الغربيّ؛ ويسود أيضاً هذا المناخ في الطرف الجنوبيّ الشرقيّ من روسيا الشرقيّة. وتتراوح درجات الحرارة في موسكو، التي تقع في المنطقة المناخيّة القاريّة، بين ١٦° مئوية تحت الصفر و٩° مئوية تحت الصفر في كانون الثاني، وبين ١٣° إلى ٢٣° مئوية في تمّوز. وتتراوح درجات الحرارة في فلاديفوستوك، في طرف روسيا الجنوبيّة الشرقيّة، بين ١٨° تحت الصفر و١١° مئوية تحت الصفر في كانون الثاني، وبين ١٦° و٢٢° مئوية في تمّوز.

يبدأ نطاق عريض من مناخ السهوب الأكثر جفافاً ذي الشتاء البارد على طول ساحل البحر الأسود، ويمتدّ في اتجاه الشمال الشرقيّ عبر وادي الفولجا الأسفل والأورال الجنوبيّة والجزء الجنوبيّ من سيبيريا الغربيّة. ويستمرّ هذا النطاق شرقاً في أحواض جبليّة منعزلة على طول حدود سيبيريا وأقصى روسيا الشرقيّة وفي السهل القوقازي الشماليّ.

الغطاء النباتي الطبيعيّ والتربة

تتوافق المناطق النباتيّة وأنواع الأثرية في روسيا مع المناطق المناخيّة في البلاد. ففي أقصى الشمال، ينمو غطاء نباتيّ من الأشنة والحزاز والنبات الحفيضة حيث تكون درجات الحرارة الصفيّة منخفضة، فلا تسمح بنموّ الأشجار. ويمتدّ الجَمَدُ السرمديّ (طبقة متجلّدة باستمرار على عمق متفاوت تحت سطح الأرض) في جميع أنحاء المنطقة. وتكون الأرض متجلّدة على عمق كبير، ولا تذوب في الصيف سوى طبقة سطحيّة رقيقة تؤمّن دعامة وغذاء محدودين للنباتات.

وتغطّي الغابات أكثر من خُمسَي الأراضي الروسيّة، ويقع القسم الأكبر منها في المنطقة الآسيويّة. وتشكّل هذه الغابات معاً حوالى ربع المساحة الحرجيّة الإجماليّة في العالم. وتنقسم المنطقة الحرجيّة الروسيّة إلى جزء شماليّ كبير، هو ما يُعرف بالغابة الشماليّة أو التيجّة، ومنطقة جنوبيّة أصغر مساحة، هي الغابة المختلطة.

تقع التيجّة جنوب التندرة؛ وهي تشغل الخُمسَين الشماليّين من روسيا الأوروبيّة، وتمتدّ لتغطّي معظم سيبيريا وأقصى روسيا الشرقيّة. وتغطّي القسم الأكبر من هذه المنطقة طبقةً من الجَمَدِ السرمديّ. وتتألّف منطقة التيجّة الشاسعة من الأشجار الصنوبريّة بشكل أساسيّ، ولكنّ الأشجار الصغيرة الأوراق، مثل البتولا والحوّر والحوّر الجراج والصفصاف، تضاف في بعض المناطق شيئاً من التنوع على الغابة. وتحتوي التيجّة على أكبر غابة صنوبريّة في العالم، وتضمّ هذه الغابة حوالى نصف الأشجار الطريّة الحشب في العالم. وفي الطرف الشماليّ الغربيّ من المنطقة الأوروبيّة، تغطّي، في التيجّة، مجموعة منوّعة من أشجار الصنوبر، لكنّ عدداً كبيراً من أشجار التّثوب والبتولا وغيرها ينمو أيضاً في هذه المنطقة. إلى الشرق من سفوح الأورال الغربيّة، تبقى أشجار الصنوبر شائعة؛ لكنّ أشجار التّثوب تصبح طاعية، وفي بعض المناطق نجد غابات مؤلّفة من أشجار البتولا وحدها. وتتألّف التيجّة في المنخفض السيبيريّ الغربيّ من أنواع مختلفة من الصنوبر بشكل رئيسيّ، لكنّ شجر البتولا يصبح طاعياً على طول الأطراف الجنوبيّة للغابة. وفي القسم الأكبر من المرتفعات السيبيريّة الوسطى والجبال القائمة في أقصى المنطقة الشرقيّة، يصبح اللازكس (شجر صنوبريّ معيل) طاعياً في الغابة.

وتكون الأشجار في أنحاء منطقة التيجّة صغيرة عموماً ومتباعدة جدّاً. ونجد أيضاً مساحة هائلة من الأرض خالية من الأشجار، نظراً لسوء التصريف الحثّيّ؛ وفي هذه المناطق، تشكّل الأعشاب والنباتات السبخيّة الغطاء النباتيّ. وتكون تربة التيجّة عموماً تربة بيضاء أو رمادية Podzol غير خصبة ارتشح منها معظم المعادن الضروريّة لنموّ النبات بفعل الكميّة الهائلة من المياه الخوفيّة الحمضيّة.

وتشغل غابة مختلطة، تحتوي على أشجار صنوبريّة وأشجار معبلة غريضة الورق على حدّ سواء، الجزء الأوسط من السهل الأوروبيّ الشرقيّ من سان پيترسبورج في الشمال إلى الحدود مع أوكرانيا

في الجنوب. وتطغى الأشجار الصنوبرية الدائمة الخضرة في الغابات المختلطة الشمالية، بينما تطغى الأشجار العريضة الورق في الجنوب. والأنواع الرئيسة من الأشجار العريضة الورق التي تنمو في هذه الغابات، هي البلوط أو السنديان والزَّان والقيقَب والبيريت. ونجد غابة مماثلة مكونة من أنواع مختلفة إلى حدّ ما، في القسم الأكبر من أقصى روسيا الجنوبية الشرقية على طول وادي نهر أمور الأوسط، وفي الجنوب على امتداد وادي نهر أوسوري. ونجد في منطقة الغابات المختلطة تربة حرجية سمراء – رمادية أخضِب من تربة التيجة الواقعة إلى الشمال، وقادرة على الإنتاج بشكل جيّد، إذا ما استعملت فيها الطرق الزراعية المناسبة وسُمِّدت بشكل كثيف.

إلى الجنوب، تتدرّج الغابة المختلطة عبر منطقة حرجية – سهبية ضيّقة قبل الانتقال إلى منطقة السهوب الحقيقية. للمنطقة الحرجية – السهبية غطاء نباتي طبيعي مؤلّف من الأعشاب مع بعض المجموعات المبعثرة من الأشجار، لكنّها أصبحت اليوم أراضي زراعية في معظمها. يصل متوسط عرض هذه المنطقة إلى حوالي ١٥٠ كيلومتراً، وهي تمتدّ شرقاً عبر وادي نهر الفولجا الأوسط وجبال الأورال الجنوبية إلى داخل المناطق الجنوبية من المنخفض السيبيريّ الغربيّ. ونجد مساحات منعزلة من هذه المنطقة في الأحواض الجنوبية الواقعة بين جبال سيبيريا الشرقية.

تشكّل السهوب الحقيقية، وهي خليط من الأعشاب مع بعض الشجيرات الخفيفة في الوديان المحمية، الغطاء النباتيّ الطبيعي للمنطقة التي تشمل النصف الغربيّ من السهل القوقازيّ الشماليّ وقطاعاً طويلاً وضيقاً من الأرض يمتدّ شرقاً عبر وادي الفولجا الجنوبيّ وجبال الأورال الجنوبية وأجزاء من سيبيريا الغربية. وعلى غرار المنطقة الحرجية – السهبية، أصبحت السهوب أراضي زراعية في معظمها.

تتمتّع المنطقة الحرجية – السهبية ومنطقة السهوب بتربة خصبة وتشكّلان معاً منطقة، تُعرف بحزام الأرض السوداء، هي المركز الزراعيّ الرئيسيّ في روسيا. وتتميّز المنطقة الحرجية – السهبية بتربة سوداء غنيّة بالذُّبال (مادة عضوية متحلّلة لها خواص السماد) وتحتوي على المقادير المناسبة من المعادن لزراعة معظم المحاصيل. ويتوفّر للمنطقة الحرجية – السهبية كمية أكبر من الماء أثناء موسم النموّ نسبة للسهوب، وهي تشكل بالتالي أفضل منطقة زراعية في روسيا. وليست تربة السهوب، المعروفة بالتربة السهبية السمراء، غنيّة بالذبال بقدر التربة السوداء الموجودة في الشمال، لكنّها غنيّة جداً بالمعادن.

الموارد المعدنية

تحتوي روسيا على أكبر كمّيات احتياطية من الموارد المعدنية في العالم. ولكن بالرغم من وفرتها، يتطلّب أحياناً استخراج هذه المعادن كلفة باهظة، نظراً لوجودها في أماكن بعيدة تسودها شروط جغرافية ومناخية قاسية.

تتميّز روسيا بغناها بالمخروقات المعدنية بوجه خاصّ. وتشير التقديرات إلى أنّ الجمهورية تملك حوالى نصف احتياط الفحم المحتمل في العالم، وتضمّ أراضيها على الأرجح أكبر احتياط نفطي بين دول العالم. تنتشر تراكمت الفحم بشكل واسع في أنحاء البلاد؛ وتقع أكبر المناجم في سيبيريا الغربية ومنطقة القولجا – الأورال. إلّا أنّ مناجم أصغر حجماً توجد أيضاً في أنحاء أخرى كثيرة من البلاد. وتقع تراكمت الغاز الطبيعيّ الرئيسيّة على طول ساحل المحيط المتجمّد الشماليّ في سيبيريا وفي شمال القوقاز وفي جمهورية كومي في روسيا الشماليّة الغربية. وتقع التراكمت الرئيسية لأركزة الحديد في منطقة الشذوذ المغنطيسيّ في كورسك، على مسافة متساوية بين موسكو وأوكرانيا؛ وتوجد أيضاً تراكمت صغيرة مبعثرة في أنحاء البلاد. وتنتشر في أنحاء جبال الأورال تراكمت صغيرة من المنغيز. ونجد أيضاً كمّيات كافية أو حتى وافرة من المعادن المزروجة بالحديد، مثل النيكل والتنجستين والكوبلت والموليبدنوم.

وتملك روسيا أيضاً كمّيات من معظم المعادن غير الحديدية، باستثناء الألومنيوم الذي يشكّل أحد أهمّ المعادن غير المتوفرة بكمّيات مقبولة في البلاد. وتوجد أركرة الألومنيوم بشكل رئيسيّ في جبال الأورال وشمال غرب روسيا الأوروبية وجنوب شرق سيبيريا. من ناحية أخرى، يتوفّر النحاس بكمّيات كبيرة تتوزّع في جبال الأورال ومنطقة نوريلسك في سيبيريا الشرقية وشبه جزيرة كولا. كما أصبحت تراكمت كبيرة، شرق بحيرة بايكال، قابلة للإستغلال تجاريّاً عندما انتهى انشاء سكّة حديد بايكال – أمور الحاكمة في ١٩٨٩.

وتتوفّر أركرة الرصاص والزنك بكمّيات كبيرة (وغالباً ما توجد مع النحاس والذهب والفضة ومجموعة متوّعة من المعادن النادرة) في شمال القوقاز وأقصى روسيا الشرقية والحاقة الغربية لحوض كوزنسك في سيبيريا. وتملك روسيا أحد أكبر احتياطاط الذهب في العالم، ولا سيّما في أقصى روسيا الشرقية وسيبيريا وجبال الأورال. وقد وُجدت تراكمت من الزئبق في منطقة شوكونكا في المنطقة الشماليّة الشرقية من روسيا. وتوجد أيضاً تراكمت كبيرة من الأشبستوس في جبال الأورال الوسطى والجنوبية وفي سيبيريا الشرقية.

وتتوفّر أيضاً في روسيا كمّيات كبيرة من المواد الخام المستعملة في الصناعات الكيمايية. وتشمل هذه الخامات تراكمت من أملاح البوتاسيوم والمغنسيوم في مقاطعة نهر كاما في جبال الأورال الغربية. ويوجد في شبه جزيرة كولا بعض أكبر تراكمت الأباتيت في العالم (والأباتيت ركاز يُستخرج منه الفوسفات)؛ ونجد أنواعاً أخرى من خامات الفوسفات في أماكن أخرى من البلاد.

يوجد الملح الصخريّ العاديّ في جبال الأورال الجنوبية الغربية وجنوب غرب بحيرة بايكال. وتأتي تراكمت الملح السطحيّة من البحيرات المالحة على طول وادي القولجا الأسفل. وتحتوي جبال الأورال أيضاً على الكبريت. ويوجد حجر الكلس ذو النوعيّة الجيدة، المستعمل لصنع الإسمنت، في أماكن كثيرة من البلاد، وبشكل خاص قرب ييلجورود في وسط روسيا الأوروبية وفي تلال جيچولي في الجزء الأوسط من وادي نهر القولجا.

الزراعة

روسيا هي من أكبر المنتجين العالمين للقمح والشعير والشوفان والجاودار. تشمل المحاصيل الهامة الأخرى في روسيا البسلة الحافقة والذرة والدُّخن والحنطة السوداء والأرزّ وفول الصويا. وتُزرع أيضاً بشكل لتشاريّ أنواع مختلفة من فاكهة المناطق المعتدلة، مثل التفّاح والإجاص والكرز. وفي أقصى الشمال، يشكل رعي الرثّة نشاطاً رئيسياً عند الشعوب الأصلية.

ويقع معظم الأراضي الزراعية في البلاد في ما يُعرف بالثلث الخصيب، الذي تقع قاعدته على طول الحدود الغربية، وتمتدّ من بحر البلطيق إلى البحر الأسود؛ ويضيق الثلث تدريجياً باتجاه الشرق إلى جبال الأورال الجنوبية، حيث يصبح شقّة بعرض ٤٠٠ كيلومتر تقريباً تمتدّ عبر الأطراف الجنوبية الغربية لسيبيريا. إلى الشرق من جبال ألتاي، لا تمارّس الزراعة إلّا في الأحواض الجبلية المنعزلة على طول الأطراف الجنوبية لسيبيريا وأقصى المنطقة الشرقية. وتحتاج المناطق الواقعة خارج هذا الثلث الخصيب إلى إدخال بعض التغييرات والتعديلات من قبل الإنسان لتصبح ملائمة لزراعة المحاصيل. في الشمال، يكون موسم النموّ قصيراً جداً لولا استعمال البيوت الزجاجيّة أو البلاستيكيّة. أمّا في الجنوب، فتحتاج الزراعة إلى الرّي نظراً لجفاف المناخ. أقيم الكثير من منشآت الرّي على طول نهر كوبان وغيره من الأنهار، في جنوب روسيا الأوروبية، لمساعدة الزراعة في تلك المنطقة.

الحراجة

تضمّ روسيا حوالى خمس غابات العالم وحوالى نصف غابات العالم الصنوبرية، وهي إحدى أكبر الدول المنتجة للأخشاب وللمنتجات الخشبية. ويتألّف القسم الأكبر من الخشب الذي تنتجه روسيا من الخشب الطريّ، وخصوصاً من ضروب من الصنوبر والتنوب واللازكس. وتشكّل شجرة البتولا أهمّ شجرة تجاريّة ذات خشب صلب. ويُسّعمل حوالى خمس الخشب المقطوع كحطب للوقود، ويُسّعمل خمس آخر في شكله الخام لعماديه الهاتف والأكواخ الخشبية وغيرها من الإستعمالات. وتُنتج الأخشاب بشكل رئيسيّ في شمال غرب روسيا الأوروبية، وجبال الأورال الوسطى، وسيبيريا الجنوبية قرب السكّة الحديدية عبر سيبيريا، وجنوب شرق روسيا.

قُطعت الأشجار التي يسهل الوصول إليها والتي تعطي أخشاباً جيّدة بشكل كثيف، أثناء الفترة السوفياتية. وقد أصبحت أنواع الأشجار الأقلّ نفعاً طاغية في الكثير من المناطق التي كانت، في الماضي، أراضي حرجية من النوعيّة الممتازة. وتقع الغابات المتبقّية في مناطق يصعب الوصول إليها في سيبيريا وشمال روسيا الأوروبية. وتحتوي هذه الغابات، لا سيّما غابات سيبيريا، على نسبة عالية من اللازكس، وهو نوع يتطلّب جهداً كبيراً وكلفة مرتفعة ليصبح صالحاً للإستعمال، وذلك بسبب كثافته العالية ومحتواه المرتفع من الراتنج. ولم يحقّق استغلال غابات اللازكس التي يصعب الوصول إليها أرباحاً مقبولة، نظراً للمصعوبات المختلفة في القطع والنقل وتحضير زود الخشب من اللازكس. إلّا أنّ التحسينات التكنولوجيّة وتغيّر سوق الخشب العالمي قد يجعلان استغلال غابات اللازكس ممكناً اقتصاديّاً.

صيد الأسماك

تحتلّ روسيا مرتبة متقدّمة بين دول العالم في قطاع صيد الأسماك. ولطالما كان السمك مصدراً هاماً للبروتين في النظام الغذائيّ الروسيّ. وقد تركّز صيد الأسماك تاريخيّاً في البحار المتاخمة وفي البحيرات والأنهار. ولكن، في بضع عشرات السنين الماضية، قامت الحكومة بجهد كبير لتوسيع أنشطة الصيد؛ وبدأت الأساطيل السوفياتيّة بالعمل في معظم المناطق من محيطات العالم، وبوشر بتربية الأسماك في البرك المنشأة للحدّ من الإنحثات وفي خزّانات وقنوت الرّيّ في المناطق الريفية. وقد أنتجت المسامك (ج: شمشك: موطن يُصَاد فيه السمك) البحريّة القسم الأكبر من هذا الصيد. وجاء الصيد الداخليّ من بحريّ أزوف وقزوين والبحر الأسود، وهي جميعها بحار مياه مالحة، إضافة إلى أجسام المياه العذبة من بحيرات وأنهار وأحواض وبرك.

ويُعتبر خفش البالوچا أبرز أنواع الأسماك التجارية الداخلية، ويعيش في الجزء الشماليّ من بحر قزوين. وتشكّل هذه الأسماك المصدر الرئيسيّ للكاكيار في العالم، ويمكنها أن تعيش حتى عمر المئة وتبلغ وزناً يصل إلى ١,٥ طن متريّ. وتُنتج كلّ أنثى حوالي ٢٥ كيلوغراماً من الكاكيار (بيض السمك) الثمين.

ويأتي حوالى ٢٥٪ من مصيد الأسماك الروسيّ من شمال الأطلسي والمحيط المتجمّد الشماليّ. ويتخذ قسم كبير من أسطول الصيد في الأطلسي قواعده في مرافئ بحر البلطيق. وكالينينجراد هو أكبر مرافأ روسي للصيد على بحر البلطيق؛ ومن مرافئ المهمة الأخرى على بحر البلطيق، هناك سان پيترسبورج الواقع على خليج فنلندا. وتشكّل الرثكة والإشريط النوعين التجاريّين الرئيسيين اللذين يتمّ اصطيادهما في بحر البلطيق. أمّا على الساحل الغربيّ للمحيط المتجمّد الشماليّ، فأكبر مرافئ

للصيد هما مورمانسك وأركانچيلسك. ويتوزّع الكثير من مرافئ الصيد على سواحل البحر الأسود وبحريّ أزوف وقزوين في الجنوب؛ ومن أبرز مرافئ الصيد الداخلية، نذكر مرافأ أستراكان قرب بحر قزوين.

يُؤخذ حوالى ٦٠٪ من الصيد الروسيّ من المحيط الهادئ والبحار المتفرّعة عنه، بما فيها بحر بيرينج. وتشكّل فلاديفوستوك أكبر مرافأ للصيد وأكبر مركز لتحضير السمك وتصنيعه، في المنطقة الواقعة على المحيط الهادئ؛ ويتوزّع الكثير من مرافئ الصيد الأخرى على طول ساحل البرّ الرئيسيّ، كما على جزيرة ساكالين. ونظراً لمياهه الباردة، يشكّل بحر أوخوتسك أحد أغنى مواطن صيد السمك الروسيّ. ويُشتهر هذا البحر بشكل خاصّ بسمك السلمون، لكنّ سرطان كامشاتكا يتمتع أيضاً بشهرة عالميّة. وتشمل الأنواع الشائعة الأخرى التي يتمّ اصطيادها في الهادئ سمك الرثكة والسمك الفلطح والهيف والإشقمّري والقُدّ، إضافة إلى الثدييات البحريّة كالقُطّ والفقمّة.

التعدين

يشكّل التعدين قطاعاً أساسيّاً في الإقتصاد الروسيّ، ويؤمّن سلعاً مهمّة للتصدير. تتميّز الموارد المعدنية في روسيا بتنوّعها ووفرتها وحسن تنميتها. وتملك روسيا احتياطاط ضخمة من الخامات المولّدة للطاقة مثل النفط والفحم والغاز الطبيعيّ. ولسنوات كثيرة استخرجت روسيا ما يكفي من الخامات لتلبية الحاجات المحليّة، وتأمين الخامات للدول الواقعة ضمن منطقة نفوذها الإقتصاديّ، والتصدير إلى الدول الصناعية الغربية للحصول على العملات الصعبة التي تحتاج إليها. لكنّ لإنتاج المواد المولّدة للطاقة تراجع في التسعينات لأنّ الحقوق الموجودة أخذت بالنفاد، ولم تتوفّر لروسيا الأموال اللازمة لاستغلال تراكمت جديدة، يقع معظمها في مناطق يصعب الوصول إليها من سيبيريا. إنخفض إنتاج النفط وتراجع إنتاج الفحم، ولم ينخفض إنتاج الغاز الطبيعيّ إلّا بنسبة ضئيلة. تقع حقول النفط الرئيسيّة في سيبيريا الغربية وفي منطقة الأورال – القولجا وفي شمال القوقاز والجزء الشماليّ من جزيرة ساكالين. وتقع المصادر الرئيسيّة للغاز الطبيعيّ بجوار المصادر الرئيسيّة للنفط: في سيبيريا الغربية ومنطقة الأورال – القولجا وشمال القوقاز. وأهمّ المناطق المنتجة للفحم الصلب هي حوض كوزنسك في سيبيريا الغربية وحوض ييتشورا في شمال شرق روسيا الأوروبية. أمّا المناطق الرئيسيّة لاستخراج الليثي، أو الفحم البتيّ، فهي حوض كائنسك – آتشنسك في سيبيريا وحوض موسكو. وتوجد مناجم فحم أقلّ أهميّة في مناطق مختلفة من سيبيريا، حيث تبقى احتياطاط هائلة من الفحم غير مستغلّة إلى حدّ بعيد، مثل حوض تونجوشكا، الذي يغطّي القسم الأكبر من سيبيريا الوسطى.

تحتل روسيا مرتبة متقدّمة بين الدول المصدّرة لخامات الحديد، ويحصل القسم الأكبر من الإنتاج في منطقة الشوذ المغنطيسيّ في كورسك في جنوب وسط روسيا. وتصدّر روسيا أيضاً كمّيات كبيرة من النحاس والنيكل. وتقع مناجم النحاس والنيكل الرئيسيّة في جبال الأورال، مع وجود تراكمت كبيرة من النيكل في شبه جزيرة كولا قرب مورمانسك. وتحتل روسيا مرتبة متقدّمة جداً بين البلدان المنتجة للذهب، الذي يُستخرج من جبال الأورال وسيبيريا الغربية وسيبيريا الشرقية في وادي نهر لبنا. وتنتج روسيا أيضاً كمّيات كبيرة من الماس؛ ويقع معظم مناجم الماس الروسية في جمهورية ياكوت (ساكا) في شمال شرق سيبيريا. وتقع تراكمت البوكسيت، بشكل رئيسيّ، في جبال الأورال وشمال غرب روسيا الأوروبية قرب سان پيترسبورج. وتوجد تراكمت أقلّ أهميّة في سيبيريا الغربية قرب كيميروفو وفي أقصى المنطقة الشرقية، قرب مصبّ نهر أمور. يُستخرج القصدير من شمال شرق سيبيريا، والرصاص والزنك من سيبيريا وأقصى المنطقة الشرقية. وتقع تراكمت المنغيز في جبال الأورال وسيبيريا الغربية وأقصى المنطقة الشرقية.

الصناعة

جرى تعزيز الصناعة الثقيلة وتقديمها على كافّة القطاعات الأخرى، مع التركيز على صناعة الآلات والأدوات المعدنية لأنها توفّر الوسائل لزيادة الإنتاج. وتنتج هذه الصناعات منتجات منوّعة تتراوح من الأدوات الدقيقة وأجهزة الكمبيوتر إلى جميع أنواع الآلات الصناعية وتجهيزات النقل والإنصال والآلات الزراعية وتجهيزات التعدين والمركبات الفضائية. وحظي أيضاً الإنتاج الصناعيّ المخفض للدفاع القوميّ بالأولويّة في الخطط السوفياتية. تتمتّع الصناعات الروسية بدرجة عالية من التقدّم التكنولوجيّ في بعض المجالات مثل التكنولوجيا الفضائية الجوية، لكنّ المستوى الإجمالي للتكنولوجيا يبقى تحت مستويات الدول الصناعية الكبرى الأخرى. وتقع معظم الصناعات التي تهتمّ بإنتاج الآلات في المدن الكبرى لأنّها تحتاج إلى عدد كبير من اليد العاملة.

في أواخر العشرينات، بدأت الحكومة السوفياتية بالتخطيط لتصنيع الإتحاد السوفياتيّ، وأولت اهتماماً خاصّاً للمواقع الجغرافيّة التي سُنشأ فيها التجمّعات الصناعية الكبيرة. وفي بادئ الأمر، تركّزت المؤسسات الصناعية السوفياتية التي أنشئت في روسيا في منطقة موسكو ومنطقة سان پيترسبورج. وفي الوقت نفسه، بدأ العمل على إيصال الطاقة الكهربائيّة إلى مناطق في جبال الأورال معروفة باحتوائها على احتياطاط ضخمة من الفحم والخامات، وبدأ التخطيط لتزويد مناطق عدّة من سيبيريا بالطاقة الكهربائيّة. ومع تقدّم التخطيط الإقتصاديّ وازدياد المناطق المزوّدة بالطاقة الكهربائيّة،

أقيمت تجمّعات صناعيّة هائلة للإستفادة إلى أقصى حدّ من هذه الموارد الطبيعيّة. ونتيجة ذلك، ازداد الإنتاج في المناطق الشرقية. وتحقّق هذا التوسّع الهام عن طريق تنمية المناطق الصناعية الشرقية الجديدة بدلاً من خفض إنتاج المراكز القديمة؛ وقد استمرت المناطق الصناعية القديمة بالفعل في زيادة إنتاجها.

وتتركّز اليوم صناعة تجهيزات النقل في وسط روسيا الأوروبية. ويتمّ إنتاج قاطرات السكّة الحديدية في كولومنا وموروم ولويدنوفو، وهي تقع جميعها قرب موسكو. وتُصنّع حافلات السكّة الحديدية في كالينين (تقير) شمال غرب موسكو، وبريانسك جنوب غرب موسكو. ويبنّي مصنع كبير في حوض مينوسينسك في سيبيريا الشرقية حافلات القطار لصالح سكّة حديد عبر سيبيريا وسكّة حديد بايكال – أمور الحاكمة (Baikal-Amur Magistral (BAM). وتُصنع حافلات القطار النفقيّ في ميتشنيّ، إحدى ضواحي موسكو الشماليّة؛ وتشكّل انجلز، في وادي القولجا، المركز الرئيسيّ لصناعة أوتوبوسات التروليّ.

ويقع أكبر مركز لبناء السفن في سان پيترسبورج على بحر البلطيق. وتتوزّع المسافن (ج: مَشْفَن: موضع تُبنى فيه السفن أو تُرثَم) الأصغر حجماً في كالينينجراد على بحر البلطيق. وأركانچيلسك على البحر الأبيض، وفي بعض المرافئ على ساحل الهادئ. ويبنّي معظم المراكب النهرية في حوض القولجا – كاما. ويقع أقدم وأكبر مَشْفَن لبناء السفن النهرية في مدينة جوركي (نيجنّي نوفجورود)؛ وتقع مصانع أخرى لبناء المراكب النهرية في موسكو وأندروپوف (ريبينسك) وكوستروما على الجزء الأعلى من نهر الفولجا.

تبقى صناعة السيارات محدودة في روسيا لأنّ الحكومة السوفياتية لم تعط المراكبات السيّارة الأهميّة نفسها التي أولتها للسمك الحديدية وغيرها من وسائل النقل؛ إلّا أن روسيا تملك عدّة مصانع كبيرة للسيارات والشاحنات. وكان إنشاء مصنع القولجا للمركبات السيّارة في تولياتي في شرق روسيا الأوروبية أكبر مشروع بناء في الإتحاد السوفياتيّ السابق.

ويشكّل صنع الآلات الزراعية صناعة كبيرة في روسيا. وقد كان الإتحاد السوفياتيّ السابق أكبر منتج للجزّارات في العالم ومصدراً هاماً لها. ويقع معظم مصانع الإنتاج الرئيسيّة في روسيا الأوروبية، في فولجوجراد وفلاديمير وبريانسك وليبيتسك. وتشكّل أيضاً تشيليابنسك في جبال الأورال وروبتوسوفسك في سيبيريا مركزيّ إنتاج كبريين، وتُنتج المحصّادات الدراّسات الذاتية الحركة وغيرها من الآلات الزراعية في روستوف.

ويشكّل النسيج أحد منتجات روسيا الهامة. وقد تركّز القسم الأكبر من الطاقة الإنتاجيّة في هذا المجال في مدن موسكو وإيفانوفو وكوستروما وكالينين (تقير) وفلاديمير الروسية، حيث تأسّست صناعة النسيج منذ أكثر من قرن. وقد كان الإتحاد السوفياتيّ السابق أكبر منتج عالميّ لنسيج الكتّان وغزل الصوف وهو من أكبر المنتجين لنسيج الحرير الطبيعيّ. وكان أيضاً في طليعة الدول المنتجة لخيوط الرايون والأسيتات. وكانت البلاد، بوجه العموم، متخلّفة عن بقية العالم المتطوّر في تكنولوجيا الخيوط التركيبية والبلاستيك.

وكانت روسيا تقليديّاً منتجاً كبيراً للسلع الجلديّة، وقد نمّت الحكومة هذه الصناعة إلى حدّ بعيد ووسّعت إنتشارها.

وتتشكّل الصناعات الغذائيّة قطاعاً صناعيّاً مهمّاً آخر في روسيا. في بادئ الأمر، بُنيت المطاحن في المناطق الرئيسيّة المنتجة للحبوب، ولكنّ المطاحن الجديدة أنشئت عموماً في المناطق التي تشهد كثافة سكانيّة عالية. ويتمّ تعليب أو حفظ جزء كبير من الفواكه والخضر في المناطق التي تُزرع فيها، لأنّ خدمات النقل والتبريد غير كافية أو مناسبة لنقل المنتجات الطازجة على مسافات كبيرة.

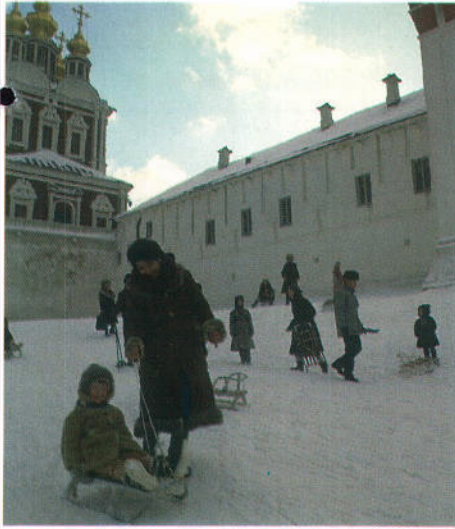
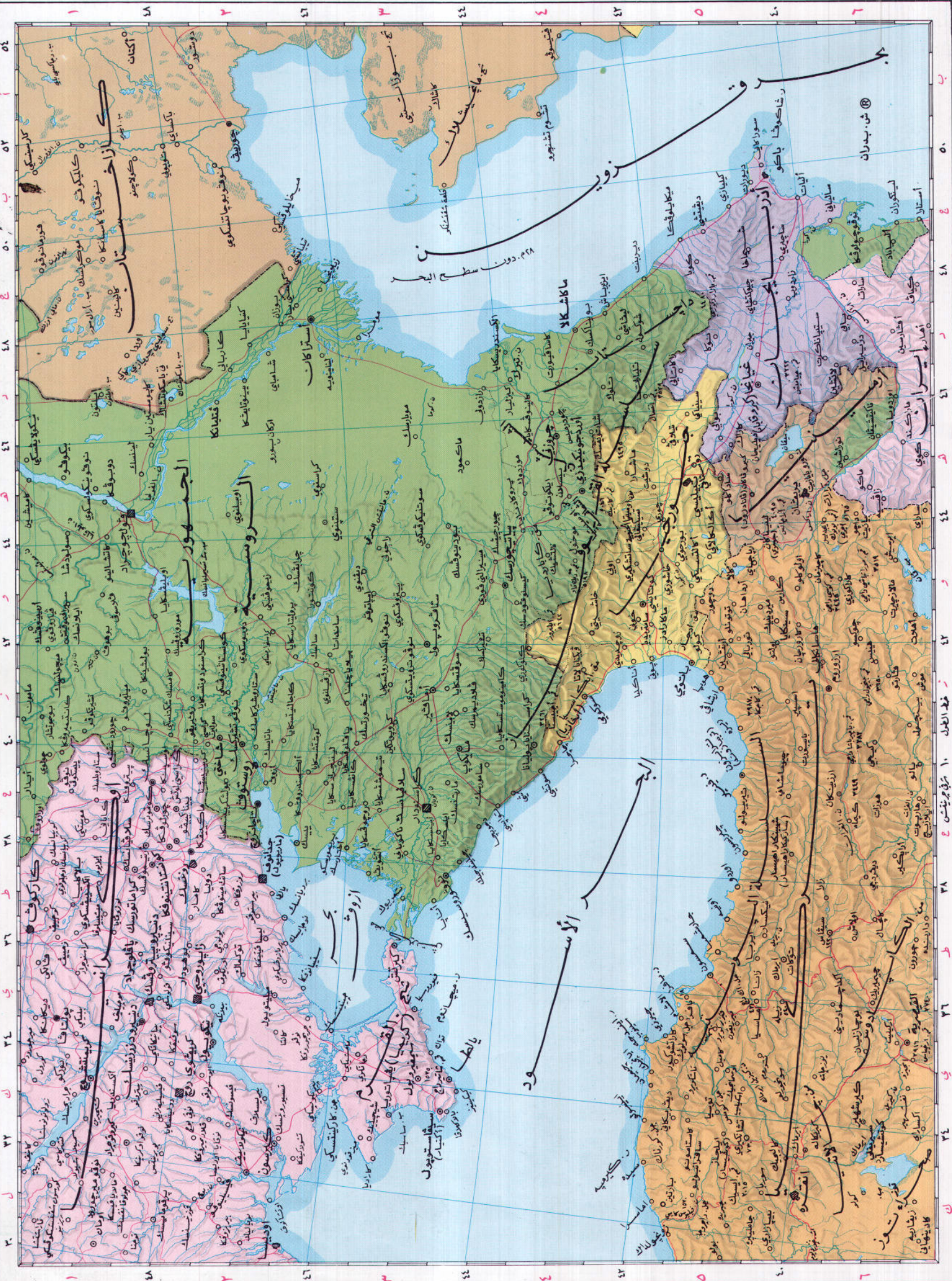
وبوجه العموم، انخفض الإنتاج الصناعيّ في روسيا بدرجة كبيرة في الأعوام القليلة الماضية.

الطاقة

روسيا هي البلد الكبير والمتطوّر الوحيد في العالم الذي يملك كمّيات كافية من الطاقة. فهي لا تتمتّع فقط بالإكتفاء الذاتي في إنتاج المخروقات المعدنية، بل تصدّر أيضاً كمّيات ضخمة منها. شكّل الفحم حتى العام ١٩٥٥ القسم الأكبر من إنتاج الطاقة في روسيا، ولكن بعد هذا التاريخ حدث تحوّل تدريجيّ إلى النفط والغاز الطبيعيّ. وفي السبعينات، أصبح النفط والغاز الطبيعيّ المصدرين الرئيسيّين للطاقة في البلاد.

وتتشكّل الطاقة الكهريمائية والطاقة النووية مصدرين آخرين هاتين للطاقة في روسيا. وتتمتّع روسيا بموارد ضخمة من القوّة المائية، التي تؤمّن حوالى ١٥٪ من مجمل الإنتاج الكهربائيّ السنويّ. وقد أنشئت محطّات كبيرة لتوليد الطاقة الكهريمائية على الأنهار الكبيرة في روسيا الأوروبية، وأبرزها على نهريّ الفولجا والدون. إلّا أنّ أكبر المنشآت الكهريمائية تقع على الأنهار العظيمة في سيبيريا، ولا سيّما على نهريّ ينيسي وأنجارا. ويقع العدد الأكبر من المفاعلات النووية في روسيا الأوروبية. وتعتمد أكبر مدينتيّ في البلاد، موسكو وسان پيترسبورج، على الطاقة النووية. وقد دفعت حادثة شرنوبيل في أوكرانيا العام ١٩٨٦ المسؤولين الروس إلى التخلّي عن الخطط الموضوعة لزيادة القدرة النووية إلى حدّ بعيد، لكنّ الحكومة الروسية نقضت هذا القرار في العام ١٩٩٢، وأعلنت عن خطط لزيادة إنتاج الطاقة النووية في البلاد.





روسيا: التزلج على الجليد في ساحة الكنيسة.



أقصى شمالي روسيا منطقة ذات مناخ قارس جداً إلى درجة أن الأرض نفسها تجلّد لفترة طويلة. في هذه المنطقة، تعدّ الأشجار ولا يثبت سوى أعشاب التندرة. السكان قليلو العدد، ووسيلة النقل الوحيدة هي الرنة التي تعطي الحليب واللحم والجلد. هنا، منظر لقافلة من الرلّاجات تجرّها الرنة. وفي أعلى الرسم، نموذج عن أعشاب المنطقة.



روسيا: تمثال لعمّال في تعاونية جماعية.



روسيا: تجمع في شارع أربات في موسكو.



روسيا: تعاونية روسية.



روسيا: الغابات.

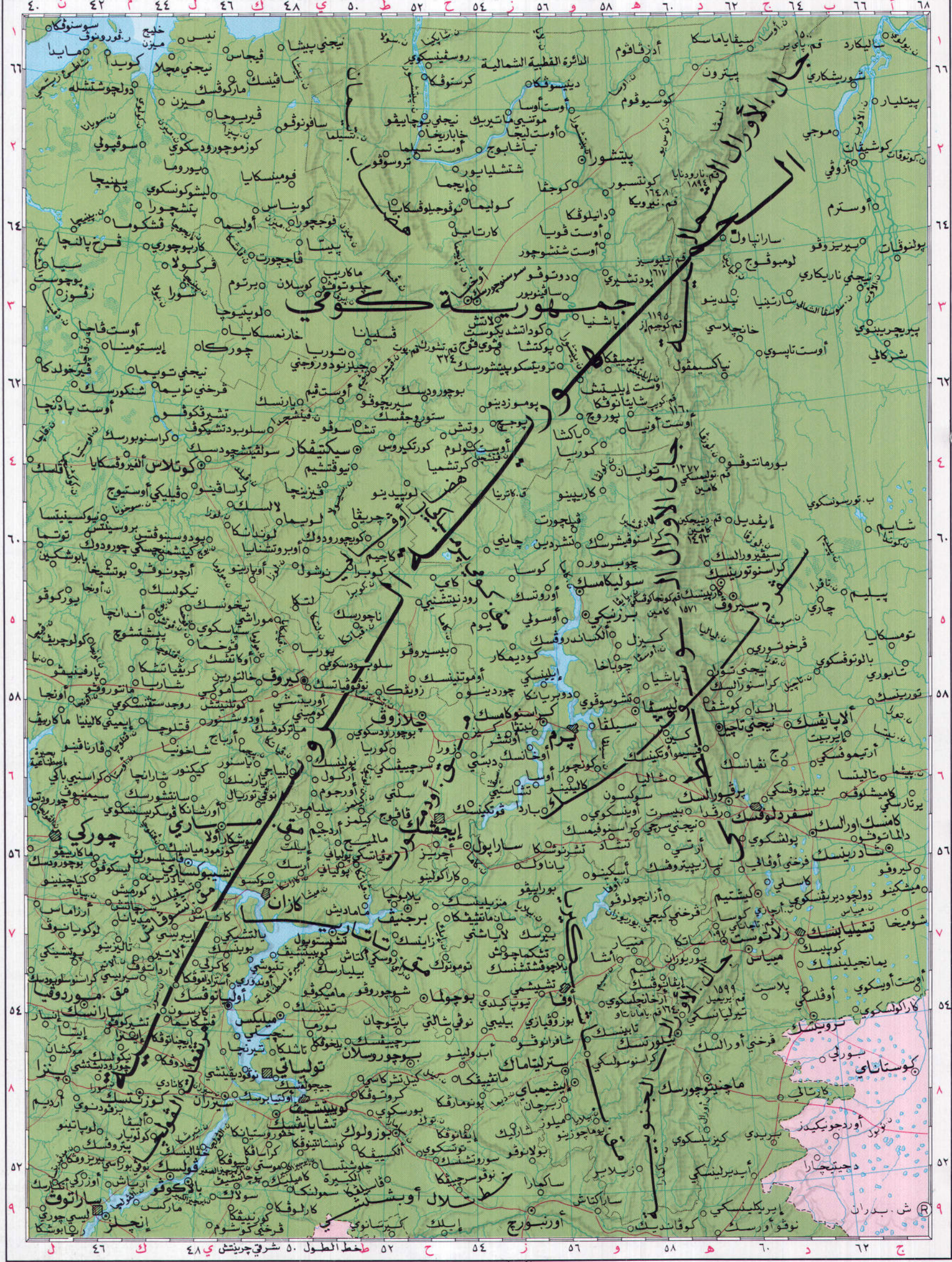
منطقة البلطيق

خريطة رقم ٤٣



منطقة الأورال

خريطة رقم ٤٤



أمیرکا الشمالیۃ

کندا: شلالات نیاچارا

أميركا الشمالية

أميركا الشمالية هي ثالث أكبر قارة بين قارات العالم السبع، وتشمل كندا (ثاني أكبر والولايات المتحدة (رابع أكبر بلد في العالم) والمكسيك (الثالث عشر). وتضم القارة أربع مقاطعات سان بيير وميكيلون الفرنسية الصغيرة الواقعة عبر البحار، وبرمودا التابعة لبريطانيا في المحيط الأطلسي). تحتل الولايات المتحدة المرتبة الرابعة، والمكسيك المرتبة الحادية عشر. أنشأت كندا والولايات المتحدة، في فترة مبكرة، اقتصاداً حديثاً متطوراً تكنولوجياً؛ و تكنولوجياً من جيرانها، على بعض أكبر تراكمات النفط والغاز الطبيعي في العالم.

تشكل أميركا الشمالية مع أميركا الوسطى وأميركا الجنوبية نصف الكرة الغربي من الأرض على أنها تضم أميركا الوسطى وجزر الأنтил والباهاما. يُشتق اسم أميركا من اسم الرحالة الهولندي يكوون زار البز الرئيسي لأميركا الشمالية في العامين ١٤٩٧ و١٤٩٨.

البيئة الطبيعية

لشمال أميركا شكل شبه مثلث، ويقع أقصى اتساع لها في الشمال. يقع القسم الأكبر المتوسطة البعد عن خط الاستواء، مع وجود جزء شمالي كبير في منطقة القطب الشمالي تنبسط القارة من الشرق إلى الغرب، من نوردوست روندينجن (الرأس الشمالي الشرقي) الغربي من جزيرة آتو في ألاسكا. وتمتد القارة من الشمال إلى الجنوب، من رأس موريس جاكسون في المكسيك. يحد أميركا الشمالية المحيط المتجمد الشمالي من الشمال؛ والمحيط الأطلسي من الشرق؛ والمحيط الهادئ من الجنوب؛ والمحيط الهادئ من الغرب.

حدود أميركا غير منتظم؛ أما الخط الساحلي فهو وعر ومحفور بالخلجان، مع وجود فجوات عميقة هائلة في الشاطئ؛ خليج هدسون في الشمال الشرقي، وخليج المكسيك في الشمال الغربي. وينتشر الكثير من الجزر الصغيرة قرب الساحلين الشرقي والغربي، لكن معظمها غير مأهول.

التاريخ الجيولوجي

وفقاً لنظرية مسلم بصحتها بشكل عام، تقع جميع أراضي أميركا الشمالية تقريباً فوق هائلة تُعتبر إحدى الوحدات الإثنتي عشرة تقريباً التي تؤلف فسيفساء بنية القشرة الأرض الحديثة، في ما مضى، مع أوروبا وأفريقيا الحاليتين، وأنها بدأت بالانفصال عنهما منذ الجوراسي، وقد تسارعت عملية الإنزياح القاري منذ ٩٥ مليون سنة، في العصر الطباشيري. وقد تسارعت عملية الإنزياح القاري منذ ٩٥ مليون سنة، في العصر الطباشيري. وقد تسارعت عملية الإنزياح القاري منذ ٩٥ مليون سنة، في العصر الطباشيري. وقد تسارعت عملية الإنزياح القاري منذ ٩٥ مليون سنة، في العصر الطباشيري. وقد تسارعت عملية الإنزياح القاري منذ ٩٥ مليون سنة، في العصر الطباشيري.

المناطق الفيزيوغرافية

يمكن تقسيم أميركا الشمالية إلى خمس مناطق فيزيوغرافية كبيرة. يشكل النصف الشرقي من جرينلاند وأجزاء من مينيسوتا وويسكونسن وميشيغان ونيويورك في الولايات المتحدة هضبة تعلو صخوراً بلورية قديمة. تغطي الغابات الكثيفة القسم الأكبر من هذه المنطقة ذاتها من سهل ساحلي يمتد على القسم الأكبر من شرق الولايات المتحدة والمكسيك. وفي الجزء الغربي من المنطقة الثالثة تشمل سلسلة ضيقة نسبياً من الجبال والتلال، أبرزها جبال الأبالاش الرابعة من الجزء الأوسط من القارة، الذي يمتد من جنوب كندا إلى جنوب غرب تكساس واسعة الامتداد شهدت فترات متناوبة من الإنغمار تحت الماء والارتفاع فوق سطح الماء، ما الصخور الرسوبية. لا تشكل هذه المنطقة أرضاً مسطحة مستوية خالية من العوائق، بل تشبه مناطق كثيرة التلال، مثل هضبة الأوزارك. ويتألف القسم الغربي من المنطقة من السهول الكندية جبال الروكي.

أما المنطقة الخامسة من أميركا الشمالية فتقع في أقصى الغرب من القارة وتشمل القسم الناشطة جيولوجياً تشهد تكوين الجبال؛ وتسود الحركات القشرية والنشاط البركاني تاريخياً.

السهول الكبرى في الولايات المتحدة وكندا، ترتفع جبال الروكي التي تتصل جيولوجيًا بسلسلة السيرا مادري الشرقية في المكسيك. وتمتدّ إلى الغرب منطقة من الأحواض المبعثرة والهضاب العالية، تشمل الهضبة الداخلية لكولومبيا البريطانية في كندا، وهضبة الكولورادو والحوض الكبير في الولايات المتحدة، والهضبة الوسطى الشاسعة في المكسيك. على طول ساحل الهادىء، يرتفع عدد من المجموعات الجبلية الشاهقة، التي تمتدّ من سلسلة ألأسكا إلى السيرا مادري الغربية والسيرا مادري الجنوبية في المكسيك. وبين المنطقتين، تمتدّ سلاسل جبلية مثل الكوست رانچ (الجبال الساحلية) في كولومبيا البريطانية، وسلسلة الكاسكاد والكوست رانچ والسيرا نيفادا في الولايات المتحدة. وينتشر بين السلاسل الجبلية بعض المناطق الخفيضة، وأبرزها الوادي الأوسط الحصب في كاليفورنيا. جبل ماك كنلي، هو أعلى قمة في أميركا الشمالية (٦١٩٤ متراً) ويقع في سلسلة جبال ألأسكا، أما أدنى نقطة فتقع على ٨٦ متراً تحت مستوى سطح البحر، وذلك في ديث فالي (وادي الموت) في كاليفورنيا، الذي يشكّل جزءاً من الحوض الكبير.

الثروة المائية

إن الحدّ الفاصل القارّي، أو الكبير، الذي يمتدّ بشكل رئيسي على طول قمم جبال الروكي، يقسم أميركا الشمالية إلى حوضي صرف كبيرين. إلى شرق الحدّ الفاصل، تجري المياه نحو المحيط المتجمّد الشمالي وخليج هدسون والمحيط الأطلسي وخليج المكسيك؛ وإلى الغرب منه، تجري الأنهار باتجاه المحيط الهادىء.

تسيطر شبكتا صرف كبيرتان – شبكة البحيرات الكبرى ونهر السان لوران، وشبكة نهري الميسيسيبي والميسوري – على الهيدروغرافيا في شرق ووسط أميركا الشمالية. تُصرف البحيرات الخمس الكبرى (سايبيريور، ميشيجان، هورون، ايري وأونتاريو) باتجاه الشمال الغربي إلى المحيط الأطلسي عبر نهر السان لوران القصير نسبياً. ويُصرف معظم الجزء الأوسط من الولايات المتحدة وجزء صغير من جنوب كندا باتجاه الجنوب إلى خليج المكسيك عبر نهر الميسيسيبي وروافده، لا سيّما نهر الميسوري، أطول نهر في أميركا الشمالية. ويجري عدد كبير جداً من الأنهار القصيرة، ولكن الغزيرة، في الكثير من الأحوال، باتجاه الأطلسي وخليج المكسيك على طول السواحل الشرقية لكندا والولايات المتحدة والمكسيك. يُصرف شمال المنطقة الداخلية من القارة عبر شبكة نهر ماكنزي الكبيرة في غرب كندا، وعبر الأنهار الكثيرة التي تصبّ في خليج هدسون. إلى غرب الحدّ الفاصل القارّي، نجد عدداً قليلاً نسبياً من الأنهار الكبيرة (وأبرزها الكولورادو وكولومبيا وفريزر واليوكون) ومجموعة كبيرة من المجاري المائية القصيرة والغزيرة الماء. لا يضمّ الجزء الجنوبي من أميركا الشمالية سوى بضع بحيرات طبيعية كبيرة، لكنّ كندا وشمال الولايات المتحدة يحتويان على عدد مرتفع من البحيرات الكبيرة. نجد في هذه المنطقة بحيرة سايبيريور، أكبر بحيرة مياه عذبة في العالم، و ١٠ من أكبر ٢٥ بحيرة طبيعية أخرى في العالم. إنّ بحيرة ميد، الواقعة على نهر الكولورادو في الولايات المتحدة، هي بحيرة اصطناعية كبيرة. وتتميّز بحيرة جريت سولت (البحيرة المالحة الكبرى)، في يوتا، بارتفاع ملوحة مياهها.

المناخ

تتمتّع أميركا الشمالية بتنوّع مناخيّ هائل، إلّا أنّه يمكن تحديد خمس مناطق مناخية رئيسية في القارة. يخضع الثلثان الشماليان من كندا وألاسكا، إضافة إلى كامل جرينلاند، لمناخ قطبيشماليّ وشبه قطبيشماليّ يتناوب فيه شتاء شديد البرودة مظلم وطويل، وصيف لطيف قصير. يغطّي الثلج والجليد في معظم أيام السنة القسم الأكبر من المنطقة، التي تتلقّى عموماً كمّيّة ضئيلة من الهوطل. وتتألّف منطقة مناخية ثانية من الثلثين الشرقيّين للولايات المتحدة وجنوب كندا. وتتميّز هذه المنطقة بمناخ رطب تظهر فيه الفصول الأربعة بشكل واضح، ويكثر فيه تبدّل الطقس. ويتميّز الجزء الجنوبيّ من

هذه المنطقة بمعدّل درجات حرارة أكثر ارتفاعاً. تشمل المنطقة الثالثة الجزء الغربيّ من داخل الولايات المتحدة وقسماً كبيراً من شمال المكسيك. تتشكّل هذه المنطقة، في معظمها، من أراض جبلية وصحراوية، تتلقّى عموماً كمّيّات ضئيلة من الهوطل، ولكن مع تغيّرات محلية مهمّة ناتجة عن الاختلاف في الإرتفاع والتعرّض للعوامل الجوية. تتكوّن المنطقة المناخية الرابعة من منطقة ضيقة بمحاذاة المحيط الهادىء تمتدّ من جنوب ألأسكا إلى جنوب كاليفورنيا. يتميّز هذا المناخ بشتاء معتدل نسبياً، ولكن رطب، وصيف شبه جافّ. يسود المناخ المداريّ في القسم الأكبر من جنوب المكسيك، ويتميّز هذا المناخ بدرجات حرارة مرتفعة على مدار السنة وكميّة كبيرة من الهوطل، لا سيّما في الصيف.

الغطاء النباتي

تغيّر الغطاء النباتي في أميركا الشمالية، إلى حدّ بعيد، بفعل أنشطة الانسان، لكنّ طبيعته العامة لا تزال ظاهرة في قسم كبير من القارة. تتشكّل النتيجة، أو الغابة الشمالية، أهمّ غابة في أميركا الشمالية، وهي امتداد هائل من الأشجار الصنوبرية بشكل خاصّ (لا سيّما البيسية والتنّوب والشوّكران واللازكس) يغطّي معظم جنوب ووسط كندا ويمتدّ إلى داخل ألأسكا. في شرق الولايات المتحدة، قُطع الجزء الأكبر من الغابة المختلطة التي كانت تغطّي المنطقة، والتي تغلب فيها الأشجار ذات الأوراق المعبلة في الشمال وأنواع مختلفة من الصنوبر الأصفر في الجنوب الغربيّ، لكنّ مساحة كبيرة منها قد نمت من جديد منذ الأربعينات. في الجزء الغربيّ من القارة، تتواجد الغابات بشكل أساسي فوق الجبال وتغلب فيها الصنوبريات. في كاليفورنيا، تبلغ الجبارة الغزويّة والسكوية^(١) حجماً هائلاً. ويمتّز خليط كبير من الأنواع المختلفة غابات المكسيك المدارية.

يتكوّن الغطاء النباتي في المناطق الأكثر جفافاً من أميركا الشمالية من الأعشاب والجنبات بشكل خاصّ. وكانت السهول الوسطى والمروج في الولايات المتحدة وجنوب كندا مغطّاة في الأصل بالعشب، لكنّ المحاصيل الزراعية قد حلّت مكان القسم الأكبر من النباتات الطبيعية. فوق الأراضي الجافة في غرب الولايات المتحدة وشمال المكسيك، تنتشر جنبيات ونباتات صبار من أنواع وضروب مختلفة. وبعد النطاق الشجري في أقصى الشمال، تمتدّ منطقة التندرة، التي تحتوي على خليط من الشعادي والأعشاب والحزاز والأشنة الخفيضة.

الحياة الحيوانية

كانت الحياة البرية البلدية في أميركا الشمالية وفيرة ومتنوعة، لكنّ الاستيطان البشريّ الواسع أدّى إلى تقليص مواطن الحيوانات وخفض أعدادها. تشبه حيوانات أميركا الشمالية، بوجه العموم، الحيوانات في المناطق الشمالية من أوروبا وآسيا. وتشمل الثدييات الكبيرة الهامة التي تعيش في أميركا الشمالية عدّة ضروب من الدببة، التي يشكّل الدبّ الرماديّ أو الأشيب أكبرها؛ وكبش الجبال الصخرية، والبيسون الذي يعيش اليوم في قطعان محميّة فقط، والرنة، والموظ المعروف بالإلكة في أوروبا، وثور المسك والوَيْت (الأيل الأميركي). وتشمل اللواحم الكبيرة الكوّجر، وفي المناطق الواقعة في أقصى الجنوب، الييّجور (الجاوار)؛ والذئب ونسيبه الأصغر حجماً القتيوط؛ وفي أقصى الشمال الدبّ القطبيّ. ومن الحيوانات البلدية الأخرى، نذكر الأوبوسوم العاديّ، وهو نوع من الجرايات. تكثر الزواحف في أميركا الشمالية، وبعضها شديد السميّة، مثل الأفعى المرجانية؛ والجلجليات، كذات الأجراس (أو الجلجلية) ونحاسيّة الرأس؛ والهليّة والعظاية السبحيّة في جنوب غرب الولايات المتحدة والمكسيك، وهما العظايتان السائتان الوحيدتان في العالم. وتعيش مجموعة كبيرة ومتنوعة من الأسماك والمحارات في مياه البحر قبالة شواطئ أميركا الشمالية، كما نجد الكثير من أنواع الأسماك في الأنهار وبحيرات المياه العذبة.

(١) الجبارة العروية والسكوية: شجر حرجي من الفصيلة الصنوبريّة، يبلغ طوله في كثير من الأحيان حوالى ١٠٠ متر.

الموارد المعدنية

تتمتّع أميركا الشمالية بتراكمت كبيرة من عدّة خامات معدنيّة هامة. يتواجد النفط والغاز الطبيعيّ بكميّات ضخمة في شمال ألأسكا وغرب كندا وجنوب وغرب الولايات المتحدة على الحدود مع المكسيك وشرق المكسيك؛ كما تمتدّ طبقات هائلة من الفحم في شرق وغرب كندا والولايات المتحدة؛ وتقع تراكمت ضخمة من الحديد الخام في شرق كندا وشمال الولايات المتحدة ووسط المكسيك. وتملك كندا أيضاً تراكمت كبيرة من النحاس والنيكل والاورانيوم والزنك والأسبستوس واليوتاس؛ وتحتوي الولايات المتحدة على كمّيّات كبيرة من النحاس والموليبدنوم والنيكل والصخر الفوسفاتيّ والأورانيوم؛ وتمتّع المكسيك باحتياطيّ كبير من الباريت والنحاس والفلوريت والرصاص والزنك والمنغنيز والكبريت. وتملك جميع هذه البلدان تراكمت كبيرة من الذهب والفضّة.

النمو الاقتصاديّ

إنّ الأنشطة الإقتصاديّة في أميركا الشمالية أنشطة واسعة التنوّع والاختلاف. تتمتّع الولايات المتحدة وكندا باقتصاد حديث متطوّر. جاء تعصير وتحديد الإقتصاد في المكسيك متفاوتاً وغير منتظم، فقد حدث تقدّم كبير في مجال تأمين الطاقة والنقل والصناعة، لكنّ الإقتصاد يعاني تضخّماً مزمناً وعبء الديون المتراكمة.

الزراعة

تشكّل الزراعة نشاطاً مهمّاً نسبياً في المكسيك أكثر من أي بلد آخر في أميركا الشمالية، وتشغل حوالى ٢٥٪ من اليد العاملة (مقابل ٣٪ تقريباً في الولايات المتحدة و٥٪ في كندا). ولا تزال الزراعة الكفافية مهمّة في كل أنحاء المكسيك، لا سيّما في الجنوب؛ إلّا أنّ الزراعة التجارية متطوّرة جدّاً في الكثير من المناطق، خصوصاً في الهضبة الوسطى وفي الشمال. وأهمّ السلع الزراعيّة في أميركا الشمالية هي الذرة والقمح والفاصولياء، التي تُزرع في المقام الأول للإستهلاك المحليّ، والقطن والأبقار والبن والسكر، التي تُنتج في القسم الأكبر منها للتصدير.

تطغى، في الولايات المتحدة وكندا، المزارع الممكنّنة بدرجة عالية، التي تنتج كمّيّات هائلة من المحاصيل والمواشي والدواجن ومشقّقاتها. وتشكّل السهول الكبرى في وسط الولايات المتحدة والمقاطعات الواقعة في منطقة المروج الكندية (مقاطعات ألبرتا ومانيتوبا وساسكاتشوان) إحدى أكبر المناطق المنتجة للحبوب (خصوصاً القمح، وأيضاً الشعير والشوفان والجاؤدار والسرغوم الحثي – نوع من الدرة) والبدور الدهنية والمواشي (أبقار لإنتاج اللبن واللحم وخراف) في العالم. وقد يكون حزام الذرة، أيّ الجزء من الغرب الأوسط في الولايات المتحدة الممتدّ من غرب أوهايو إلى شرق نبراسكا، أفضل منطقة للمزارع الكبيرة في العالم؛ وتشكّل هذه المنطقة المنتج الأول في العالم للذرة، كما أنّها من أكبر منتجي الحبوب الأخرى وفول الصويا والأبقار والخنازير. تنتج الزراعة في كاليفورنيا كمّيّة هائلة من المحاصيل المرويّة المرتفعة القيمة، وأبرزها الفواكه والخضر. وتنتج أيضاً كلّ من فلوريدا وتكساس كمّيّات كبيرة من الفواكه والخضر، كما تُزرع البطاطا بكمّيّات ضخمة في ايداهو وولاية واشنطن وأوريغون وماين ونورث داكوتا (داكوتا الشمالية) وجنوب شرق كندا. وتشمل المنتجات الزراعيّة الهامة الأخرى القطن والدجاج والمنتجات اللبنيّة وقصب السكر.

الحراجة وصيد الأسماك

تُعتبر الحراجة قطاعاً هاماً من الإقتصاد الكنديّ، وخصوصاً في كولومبيا البريطانية وأونتاريو ومقاطعة كيبيك. وتزدهر أيضاً صناعات المنتجات الحرجيّة في غرب الولايات المتحدة (وخصوصاً في واشنطن وأوريغون وكاليفورنيا) وفي جنوب شرق الولايات المتحدة.

يشكّل صيد الأسماك النشاط الاقتصاديّ الرئيسيّ في جرينلاند، لكنّه قطاع غير مهمّ

نسبيّاً في كندا والولايات المتحدة والمكسيك، مع أنّ مقدار الصيد كبير، وأنّ بعض المناطق الساحلية تعتمد على مداخيل بيع الأسماك والمحار. إلى جانب المياه المجاورة لجرينلاند، تقع مناطق الصيد الكبيرة قبالة الساحل الشماليّ للهادىء، والساحل الشماليّ للأطلسي، والساحل الجنوبيّ للأطلسيّ وساحل خليج المكسيك. إضافة إلى ذلك، تتمركز أساطيل كبيرة من السفن المخصّصة لصيد التونة في جنوب كاليفورنيا وغرب المكسيك.

التعدين

إنّ استخراج الأركزة المعدنيةّ نشاط اقتصاديّ متزايد الأهميّة في الولايات المتحدة وكندا والمكسيك. تُعتبر الولايات المتحدة منذ عدّة سنوات من أكبر منتجي النفط في العالم، وتشكّل كندا منتجاً كبيراً للنفط منذ الأربعينات، كما أصبحت المكسيك أكبر منتج للزيت الخام في أواخر السبعينات. تحتلّ الولايات المتحدة المرتبة الثانية في العالم بين الدول المنتجة للغاز الطبيعيّ، كما أنّها في الطليعة بالنسبة لاستخراج الفحم، الذي يُنتج بشكل خاصّ في المناجم الأطلاشيّة الكبيرة. لطالما كان الحديد الخام من أهمّ الأركزة المعدنيةّ المنتجة في الولايات المتحدة وكندا، وهو يُستخرج بشكل رئيسيّ من الطبقات المعدنيةّ حول الطرف الغربيّ لبحيرة سايبيريور. مؤخراً، أُنتجت كمّيّة كبيرة من الحديد الخام في المنطقة الحدوديّة بين مقاطعة كيبيك واللابرادور في شرق كندا. ومن الأركزة الأخرى التي استُخلصت بكمّيّات كبيرة في أميركا الشمالية، هناك النحاس والفضّة والرصاص والزنك والنيكل والكبريت والأسبستوس والأورانيوم والصخر الفوسفاتيّ واليوتاس.

الصناعة

لطالما شكّلت الصناعة قطاعاً اقتصادياً أساسياً في الولايات المتحدة. وقد تركّزت المصانع بشكل رئيسيّ في المناطق المدينيّة الواقعة في حزام صناعيّ يمتدّ تقريباً من بوسطن إلى شيكاغو. ولكن، منذ الخمسينات، نمت الصناعة، إلى حدّ بعيد، في أنحاء أخرى من البلاد، وخصوصاً في مدن كاليفورنيا الكبيرة وفي الولايات الجنوبية الشرقية. تتميّز السلع المنتجة بتنوع كبير، مع التركيز على المعادن الأوليّة والمصنّعة، والموادّ الغذائيّة المعالجّة، والآلات، والتجهيزات الالكترونية والمستعملة في المجال الفضائيّ الجويّ، والمركبات السيّارة، والموادّ الكيميائيّة، والنسيج، والملابس، والورق، والمطبوعات. تشكّل الصناعة أيضاً نشاطاً اقتصاديّاً رئيسيّاً في كندا. وتقع المصانع، بشكل رئيسيّ، في مدن أونتاريو ومقاطعة كيبيك وكولومبيا البريطانية وألبرتا؛ وتشكّل تورونتو ومونريال المركزين الصناعيين الأولين في كندا. تنتج المصانع الكنديّة مجموعة واسعة ومتنوعة من السلع، وخصوصاً الموادّ الغذائيّة والمشروبات المعالجّة، وتجهيزات النقل، والورق وغيره من المنتجات الحرجيّة، والمعادن الأوليّة والمصنّعة، والموادّ الكيميائيّة والتجهيزات الكهربائيّة والالكترونيّة.

تزايدت أهمية الصناعة في الإقتصاد المكسيكيّ منذ الأربعينات. بالرغم من أنّ المصانع المكسيكيّة ليست متطوّرة تكنولوجياً، كما في الولايات المتحدة وكندا، فإنّها تنتج مجموعة واسعة من السلع، أبرزها الموادّ الكيميائيّة، والملابس، والموادّ الغذائيّة المعالجّة، والمركبات السيّارة وقطع الغيار للسيّارات، وموادّ البناء، والتجهيزات الكهربائيّة والالكترونيّة. تشكّل مدينة مكسيكو أهمّ مركز صناعيّ في البلاد، لكنّ عدّة مدن أخرى، مثل مونتيري وجوادالاجارا، تحتوي على تركيزات كبيرة من المصانع.

الطاقة

تستهلك أميركا الشمالية كمّيّات هائلة من الطاقة. وتعتمد كندا، أكثر من الولايات المتحدة والمكسيك، على الكهرباء المولّدة بالطاقة المائية، لكنّها تستهلك أيضاً كمّيّات كبيرة من النفط والغاز الطبيعيّ. يفرض الإستهلاك الهائل للطاقة في الولايات المتحدة استيراد كمّيّات كبيرة من النفط والغاز الطبيعيّ لسند الإنتاج المحليّ الضخم من الفحم والنفط والغاز الطبيعيّ والطاقة الكهريمائية والنووية. في المكسيك، ازداد إنتاج الطاقة بنسبة كبيرة في السبعينات وأوائل الثمانينات، وذلك بفعل ازدياد كمّيّات النفط والغاز الطبيعيّ المستخرجة محليّاً.







الاسكا: قمم ماك كنلي



الاسكا: منحدرات جبال ماك كنلي



الاسكا: قمم ماك كنلي



الاسكا: مجلدة ترالاياكا





الولايات المتحدة: بحيرة كريتر في جبال الكاسكاد.



الولايات المتحدة: شلالات نيفادا.



الولايات المتحدة: بحيرة سانت ماري في محمية جليشر.



الولايات المتحدة: بحيرة فرجينيا.



الولايات المتحدة: قمم فول ريفير في سلسلة جبال روكي.



الولايات المتحدة: بحيرة تيوجا.



الولايات المتحدة: الأشجار العملاقة في محمية غابة سيكوويا.



الولايات المتحدة: بحيرة جايلاور.



كندا: مشهد لبحيرة لويز في ولاية ألبرتا



كندا: مشهد لشلالات نياجارا، أخذ من الجوّ من جهة أونتاريو

كندا - الولايات المتحدة - الاسكا وهاواي: المناطق الزراعية



الولايات المتحدة: غزال الذنب الاسود.



الولايات المتحدة: مرعى للخيل.

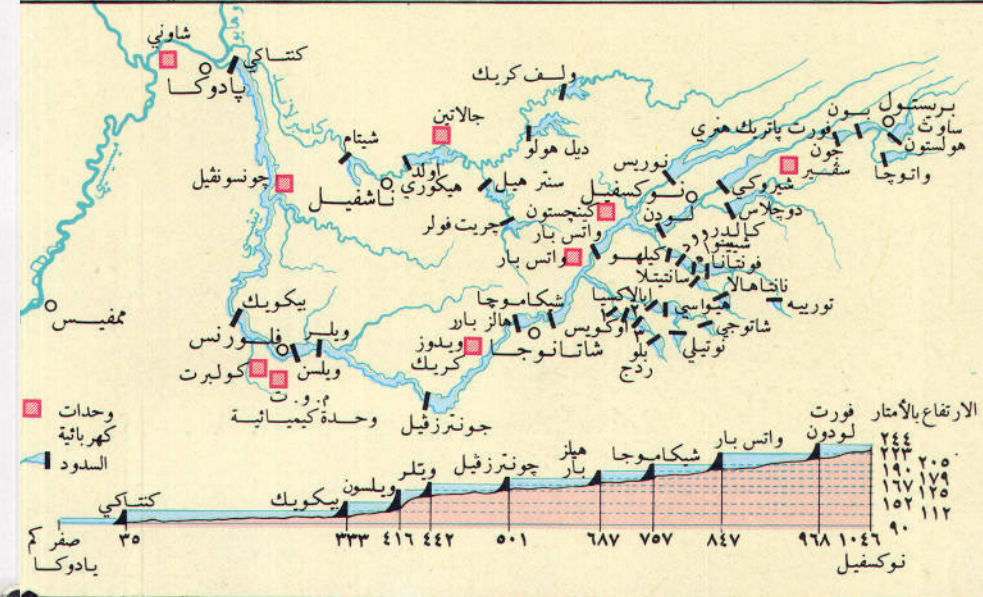


الولايات المتحدة: مشهد من سلسلة جبال روكي (الجبال الصخرية).

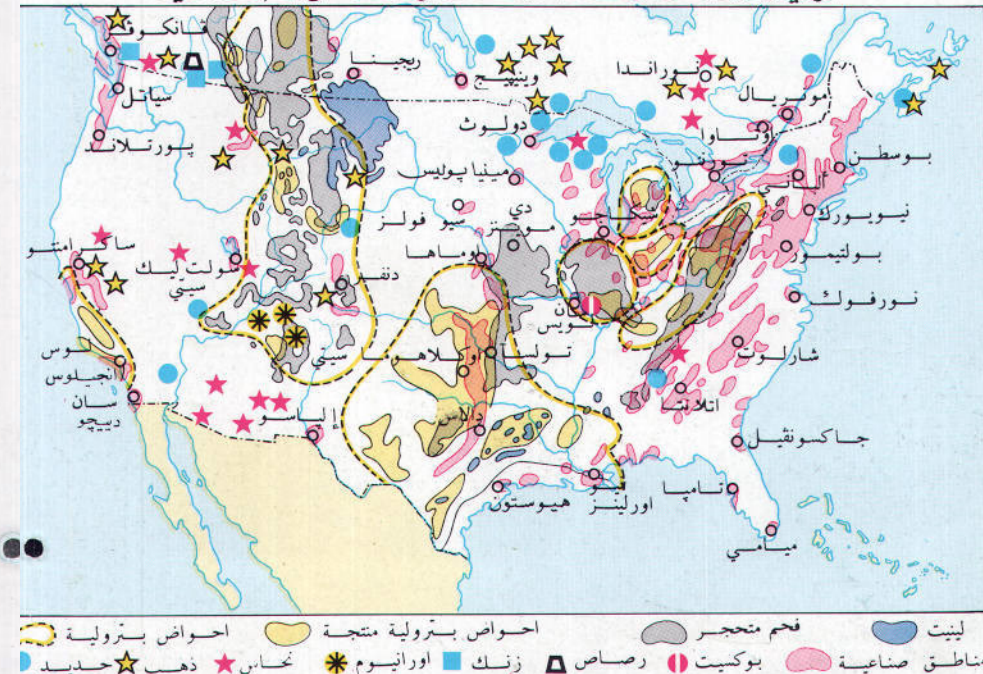


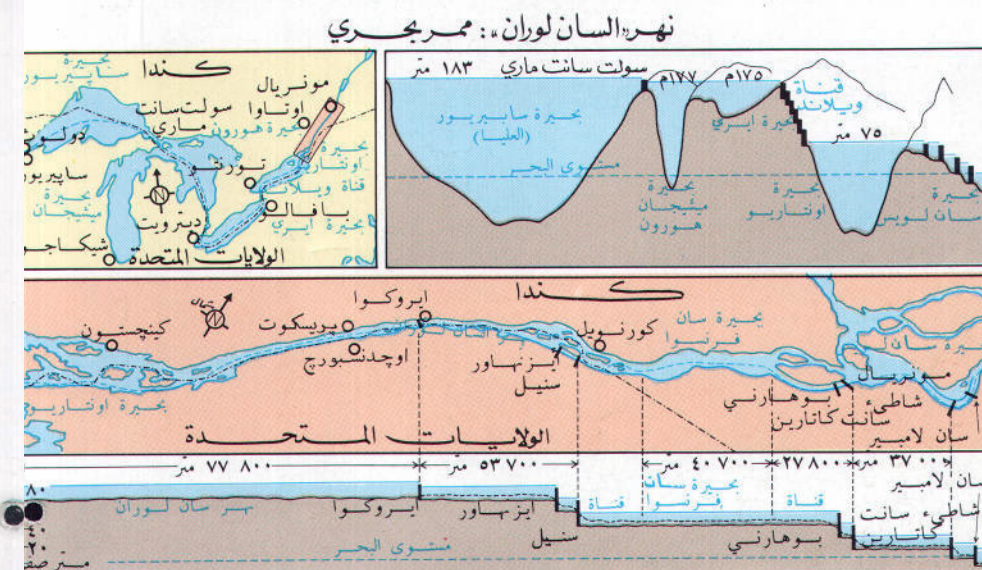
الولايات المتحدة: جبال رينير.

الولايات المتحدة: مشروع وادي تينيسي



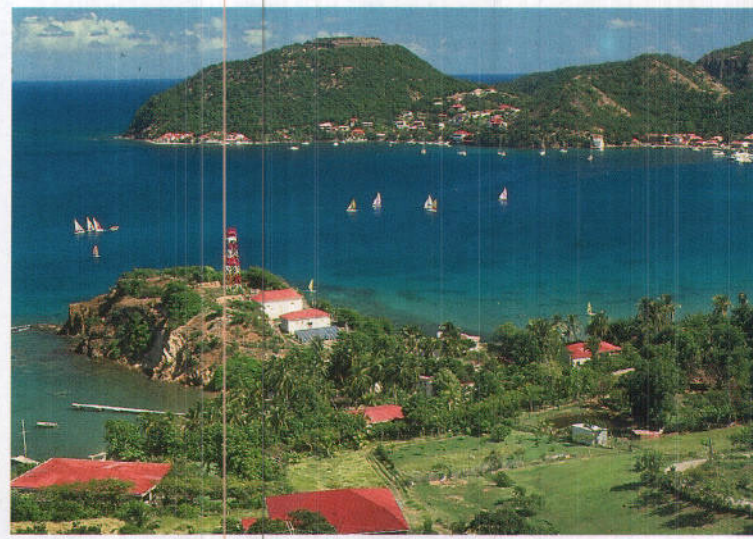
الولايات المتحدة وكندا - المعادن والمناطق الصناعية







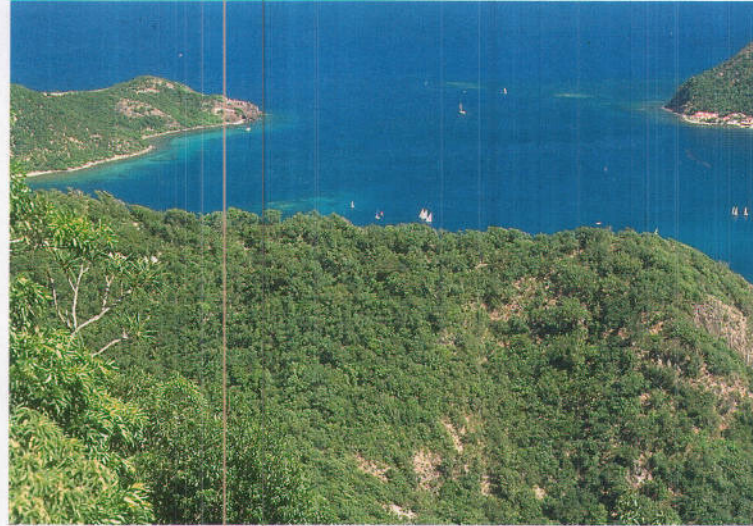
جزيرة سان مارتان: منازل في الجزيرة.



جزيرة جواديلوب: جزيرة تير دو هو.



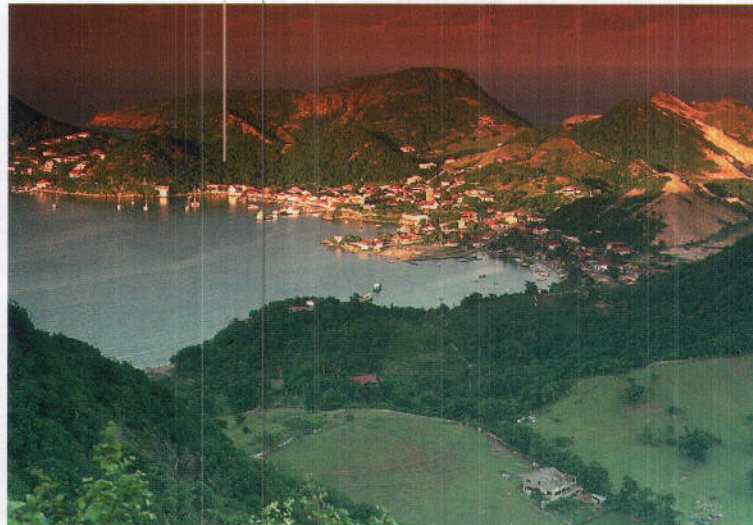
جزيرة جواديلوب: منازل متميزة بالقرميد الأحمر.



جزيرة جواديلوب: جزيرة تير دو هو.



جزيرة المارتينيك: مراكب لصيد الأسماك.



جزيرة جواديلوب: مغيب الشمس على جزيرة تير دو هو.



كوستاريكا: ممر هديرو.

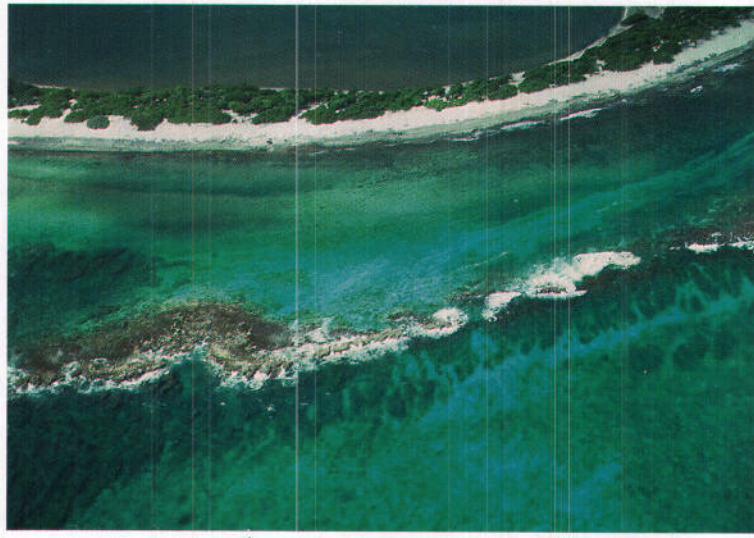


كوستاريكا: مركز سياحي، أرض الأحلام.



عام ١٩١٤، شقّت الولايات المتحدة قناة بناما، مفيحة الخيال أمام السفن للإنتقال بين المحيطين: الأطلسي والهادي، في مدّة أقصاها ثماني ساعات، مختصرة بذلك آلاف الكيلومترات فيما لو أجبرت هذه السفن على الإنفاف حول أميركا الجنوبية.
«معبّد الخارين» بُني في عهد المايا (بين ٦٠٠ و ١٢٠٠ بعد المسيح)، وتمّ اكتشافه في أواسط القرن التاسع عشر بعد أن ظلّ قروناً طويلة مطموراً في الغابة. ويُظهر المعبد مدى رونق هذا الفنّ الحضاريّ المكسيكيّ.





جزيرة جواديلوب: الشاطئ الرملي الأبيض.



جزيرة جراندهاها: المراكب الشراعية.



جزيرة سان بارتيليمي: مشهد جوي للجزيرة.



جزيرة سان بارتيليمي: مشهد للجزيرة.



جزيرة جواديلوب: أشجار جوز الهند على شاطئ الجزيرة.



جزيرة جراندهاها: مشهد لمبنى نادي الجزيرة.



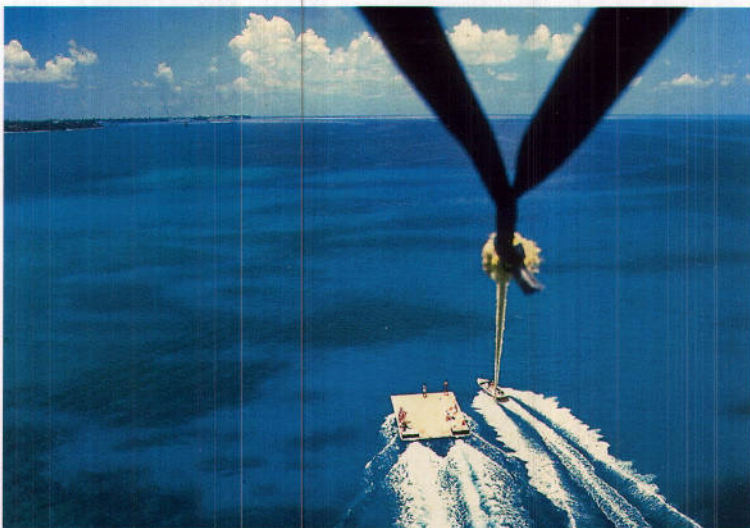
جامايكا: أشجار جوز الهند.



جزيرة سان بارتيليمي: مشهد للعاصمة جوستافيا.



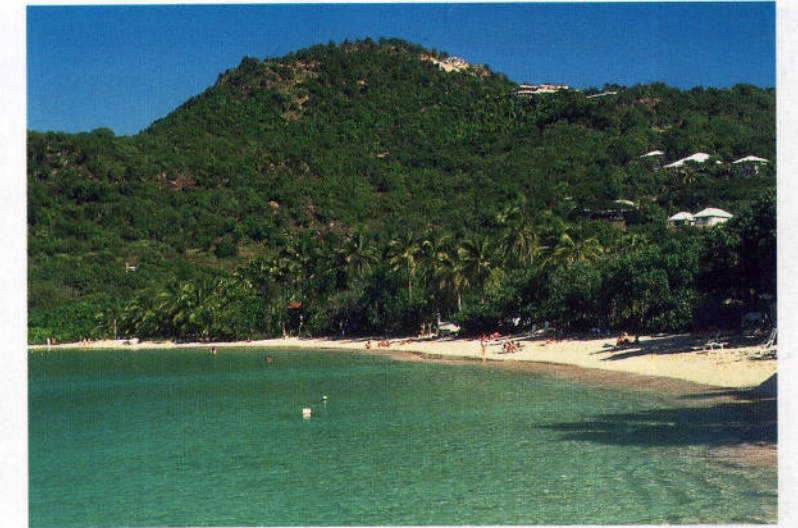
جزيرة جواديلوب: زراعة الموز في الأراضي المنخفضة.



جزيرة جراندهاها: ممارسة رياضة التزلج المائي على شاطئ الجزيرة الذي يمتد طوله ١٠ كم.



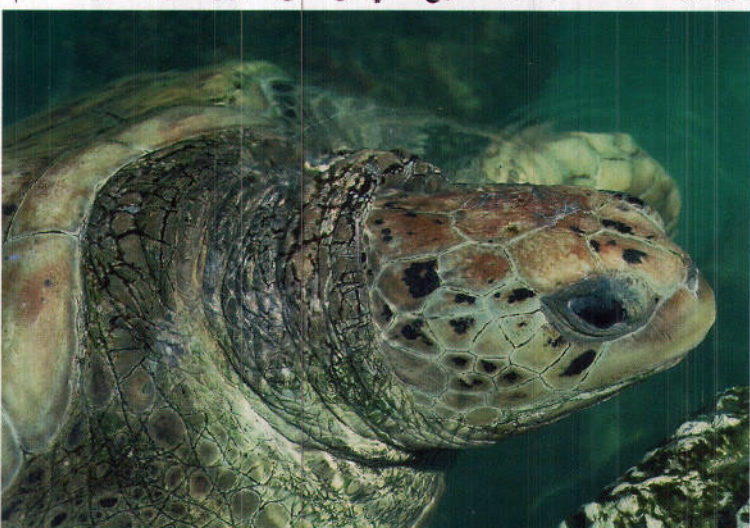
جامايكا: الورد الأحمر البري.



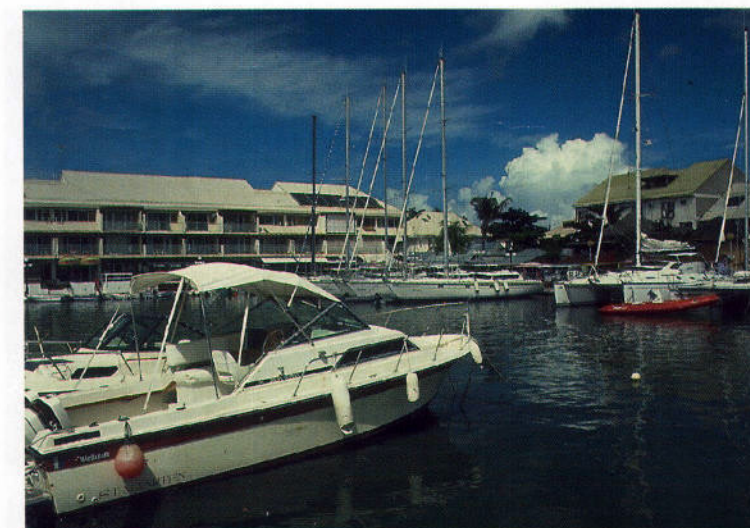
جزيرة سان بارتيليمي: خليج سان جون.



جزيرة جواديلوب: الزهور البرية في غابات المطر.



جزيرة جراندهاها: مشهد لسلحفاة بحرية، وهذا النوع يربي في مزارع خاصة.



جزيرة سان مارتان: مشهد للواحد السياحية على شاطئ الجزيرة.



جزيرة سان مارتان: بزوغ الفجر على الشاطئ.

أمیرکا الوسطی : الاقتصاد



جزيرة المارتينيك: سوق الفواكه في فورت دو فرانس.



المكسيك: بائعو الخضار والفاكهة.



المكسيك: شاطيء پونتا تشيقاتو.



المكسيك: الفلفل الحار المكسيكي المشهور.



المكسيك: كاتدرائية في مدينة مكسيكو.



المكسيك: أهرام من آثار زاپوتك في مدينة مونتالبان.



المكسيك: من آثار المايا في مدينة پالنچكى .



المكسيك: معبد من آثار المايا في مدينة پالنچكى .



المكسيك: مقبرة پاكال من آثار المايا في مدينة پالنچكى .



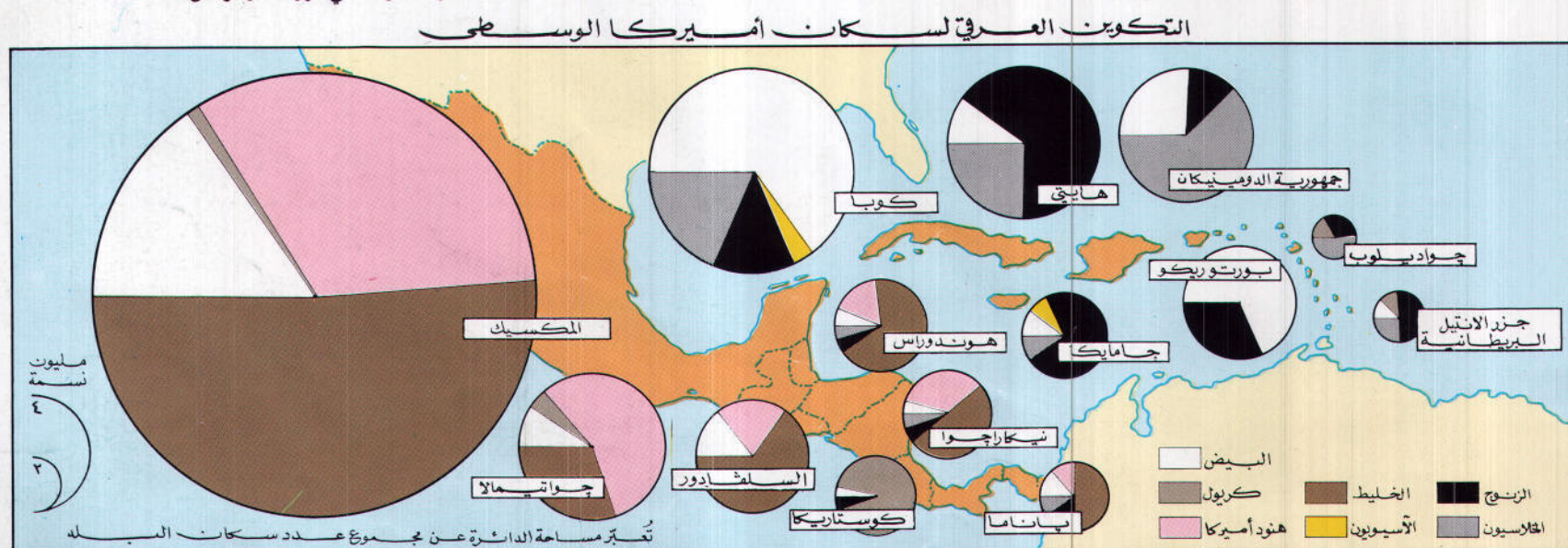
المكسيك: من آثار الاولميك في مدينة تيوتيوكان.



المكسيك: معبد المايا في سيرا مادري، شياناس.



المكسيك: من آثار التولتيك في مدينة تولوا.



أميركا الجنوبية

البرازيل: إن سد إيتايو الكهرمائي الضخم، الذي يقع على نهر ياراندا، يؤمن للبرازيل القسم الأكبر من الطاقة الكهربائية التي يحتاجها البلد

أميركا الجنوبية

أميركا الجنوبية هي رابع أكبر قارة بين قارّات العالم السبع (بعد آسيا وأفريقيا وأميركا الشمالية)، اليابسة الإجمالية. يميّز كلٌّ من خطّ الاستواء ومدار الجدي في أميركا الجنوبية، ويربطها برزخ پاناما في الشمالية. تمتدّ القارة على طول ٧٤٠٠ كيلومتر تقريباً من بحر الأنتيل (البحر الكاريبي) في الشمال إلى أقصى عرض لها، بين رأس ساو روكة، على المحيط الأطلسي، ورأس پارينياس، على المحيط الهادئ. تضمّ القارة ١٢ دولة. وعشرٌ من هذه الدول هي بلدان لاتينية: الأرجنتين وبوليفيا والبرازيل والباراجواي والبيرو والأوروغواي وفينزويلا. أما الدولتان الباقيتان فكانتا بلدين تابعين: جويانا، لبرية وتضمّ أيضاً أميركا الجنوبية جويانا الفرنسية، وهي مقاطعة فرنسية عبر البحار. وتُجد في المحيط الهادئ عدّة جزر تنتمي لجنوب أميركا: جزر خوان فرنانديز وجزيرة الفصح (إيستر) (التشيلي) وجزر الجالا الأطلسي، وعلى مسافة أقرب من الساحل، يقع أرخبيل فرناندو دي نورونيا البرازيلي، وأبعد إلى ليريطانيا والتي تطالب بها الأرجنتين تحت اسم جزر مالفيناس. إنّ الخطّ الساحليّ لأميركا الجنوبية من الجنوب الغربي، حيث يحفره عدد كبير من الأرفقة البحرية.

البيئة الطبيعية

تتألّف أميركا الجنوبية من أربعة أقاليم جبلية، تمتدّ من الساحل إلى الداخل، ومن ثلاثة أقاليم منخفض ثاني أعلى سلسلة جبلية في العالم، على الأطراف الشمالية والغربية. وتحدّ القسم الأكبر من الساحل سلسلة جبال جويانا وسلسلة جبال البرازيل وسلسلة جبال پاتاجونيا، وهي جميعها أعرض وأقلّ ارتفاعاً المنطقة الخفيضة الرئيسية بحوض الأمازون الكبير الواقع في الجزء الاستوائي من القارة؛ يُصرّف هذ أطول نهر في العالم. ويصرّف نهر الأورينوكو مياه منطقة خفيضة في الشمال؛ ويقع حوض الباراب أدنى نقطة في أميركا الجنوبية (٤٠ متراً تحت مستوى سطح البحر) في شبه جزيرة فالديس في شا (٦٩٦٠ متراً) في أعلى الأكونكاجوا في غرب الأرجنتين، وهي أعلى قمة في نصف الكرة الغربي

التاريخ الجيولوجي

إنّ أقدم عنصر بنيويّ في القارة وأكثرها استقراراً، هو الترس القاريّ في جبال جويانا والبرازيل، في الترس مجموعة متشابكة من الصخور القبيكمبريّة البركانية والمتحوّلة (تعود إلى ٥٧٠ مليون سنة خد الترس صخورٌ رسوبيّة يعود معظمها إلى الدهر القديم (٥٧٠ مليون إلى ٢٤٠ مليون سنة خلت)، مع و الأحداث تكويناً، خصوصاً في جنوب البرازيل. وتشكّل الأحافير التي وُجدت في المرتفعات البرازيليّة تبيّن أنّ القارة كانت متّصلة في العصر البرميّ بجوندوانالاند، وهي كتلة بريّة ضخمة كانت تضمّ يكتسي القسم الأكبر من الترس الذي يحمل الهضبة الپاتاجونيّة بطبقة من الصخور الرسوبيّة المترا مليون إلى ٦٥ مليون سنة خلت) والعصر الثلاثيّ (٦٥ إلى ١,٦ ملايين سنة خلت) وبصخور بزلتيّة ساهمت الموادّ المنحّنة من مناطق الترس القديمة في تكوين الطبقات الرسوبيّة السميكّة في البحار الخ الرسوبيّة بشكلٍ متكرّر في الدهر الوسيط لتشكيل سلاسل الجبال الساحليّة في التشيلي وجنوب الي ارتفاعاً وامتداداً. وترافقت عمليّة تكوّن الجبال، التي استمرّت طوال العصر الثلاثيّ، باسترسابات من البراكين. يستمر النشاط البركانيّ والزلاليّ على طول حافة القارة الغربية. إنّ المجلدات المتواجدة في أ من العصور الجليديّة الكبيرة التي حدثت في العصر الرابع (الذي بدأ منذ ٢,٥ مليونين سنة). ويستمرّ موادّ رسوبيّة إلى الأراضي المنخفضة المجاورة.

المناطق الفيزيوغرافية

ترتفع جبال الأندي بسفوح شديدة التحدّر من الساحلين الشماليّ الغربيّ والغربيّ للقارة. وتتألّف ه فينزويلا، في الشمال، وفي القسم الأكبر من التشيلي والأرجنتين، في الجنوب، لكنّ الجزء الأوسط محوريّين أو ثلاثة محاور جبلية تُعرف باسم Cordilleras، أو السلاسل الجبلية. في جنوب غرب بو السلاسل الجبلية منطقة من الهضاب الواسعة تُعرف باسم Altiplano (السهل المرتفع). في البيرو و الجبلية وديان عميقة، ولكن ضيّقة نسبياً. بين الـ ٢٤ قمةً تقريباً التي يتجاوز ارتفاعها ٥١٨٢ متراً، نجد المنطقة الجنوبية من وسط التشيلي، وجنوب البيرو وبوليفيا والاكوادور.

تتميّز الأراضي المرتفعة الوسيعة الواقعة في جويانا في الشمال الشرقي، والبرازيل في الشرق، بسط هضاب عريضة وميسّات (ج: ميسّا: هضبة مستوية السطح متحدّرة الجوانب) عالية. وتصبح الي مرتفعات جويانا. في المرتفعات البرازيليّة، تقع أبرز التضاريس في الجبال التي تمتدّ على طول الساحل أمكنة كثيرة من البحر مباشرة، بجوانب شديدة التحدّر. انحنّت صخور هذه المرتفعات بوجه عام، وتحو للحمرة. إلّا أنّ الأتربة الخصبة النّاشئة عن الصخور البزلتيّة تتواجد أيضاً في الكثير من الوديان. إلى ا الأقلّ ارتفاعاً والمسطّحة نسبياً. إنّ التربة خصبة بوجه عامّ في هذه المنطقة، إلّا أنّ الشروط المناخية يشكّل حوض الأورينوكو أقصى منطقة إلى الشمال من المناطق المنخفضة الرئيسية في القارة، ويشه الطميية والميسّات المنخفضة) وشبكة واسعة من الوديان التي تتقارب باتجاه الأمازون بين نهري كا

(١) نخات: تآكل الصخور.



الأمازون منطقة من الأراضي المتموجة بشكل خفيف. إلى الجنوب، تمتدّ الوديان القليلة العمق والسهول المستوية التي تشكل الجران شاكو واليامباس، اللذين يندمجان بالرقّات (ج: رقّة: سهل معرّض للإلغمار بمياه الفيضان أو ناشئ عن الأثرية التي تخلّفها مياه الفيضان) السيخة لنهري پاراجواي ويارانا.

الموارد المائية

تُصرف مياه القسم الأكبر من أميركا الجنوبية إلى المحيط الهادئ عبر ثلاثة أنظمة نهريّة: الأمازون والأورينوكو والپاراچواي – پارانا. ويؤمّن أيضاً كلّ من هذه الأنهار الكبيرة الوصول إلى داخلية القارّة. يصوّف نهر سان فرانسيسكو الأصغر حجماً مياه شمال شرق البرازيل. ويصوّف عدد كبير من الأنهار الصغيرة نسبياً مياه سفوح الأند المشرفة على البحر الكاريبي والمحيط الهادئ؛ وأهمّ هذه الأنهار نهر ماجدالينا ورافده نهر كاوكا. وقد وُجد هذا النظام، الذي يجري شمالاً عبر وديان الأند في غرب كولومبيا ليصبّ في البحر الكاريبي، طريقاً تقليدياً إلى الداخل. سمح عدد لا حصر له من المجاري الأنديّة القصيرة بزراعة الأرض طوال قرون في الاكوادور والبيرو والتشيلي وشمال غرب الأرجنتين. تنطوي المجاري المائية في جبال الأند ومرتفعات جويّانا والبرازيل على قدرة هائلة من الطاقة الكهريمائية، ويؤمّن المشروع الكهريمائيّ في وادي ريو مانتارو في أند البيرو معظم كمّية الكهرباء التي تستهلكها مدينة ليما. تحتوي أميركا الجنوبية على عدد قليل من البحيرات الكبيرة. ويقع الكثير من البحيرات الكبيرة الدائمة على ارتفاع عال نسبياً في جبال الأند. ومن أكبر هذه البحيرات بحيرة تيتيكاكا وبحيرة پوپو في بوليفيا؛ وبحيرات بونوس ايرس وأرجنتينو وناول واپي في الأرجنتين؛ وبحيرة فالنسيا في فينزويلا.

المناخ

تسود في أميركا الجنوبية أنظمة مناخية حارّة نسبيّة. يمتدّ، فوق كامل القارّة تقريباً وعلى طول خطّ الاستواء، حزامٌ من المناخ الاستوائي الرطب الذي يتدرّج شمالاً وجنوباً إلى مناطق عريضة يقلّ فيها طول موسم المطر وكمّية المطر الساقط. تميّز هذه المناطق بصيف رطب وشتاء جافّ، وتعرّض لفترات طويلة من الجفاف. يشكّل الجفاف مشكلة خطيرة جدّاً في شمال شرق البرازيل وعلى طول ساحل فينزويلا وكولومبيا الشماليّ. تمتدّ المناطق التي تشهد مناخاً استوائياً ماطرّاً ومناخاً مداريّاً يتناوب فيه الموسم الرطب والموسم الجافّ على طول ساحل الهادئ؛ في كلّ من كولومبيا والاكوادور، لكنها تشهد تحوّلاً سريعاً في الجنوب إلى المناخ الجافّ، الذي يسود ساحل البيرو وشمال التشيلي. في النصف الشماليّ من أميركا الجنوبية، لا يسود المناخ البارد إلاّ في سلسلة جبال الأند. تنخفض درجات الحرارة مع الإرتفاع، فيتحوّل المناخ الاستوائي السائد في الأراضي المنخفضة والسفوح الواطئة إلى مناخ شبه استوائي ومناخ معتدل في المناطق المتوسطة الإرتفاع، ثمّ إلى مناخ ألبّي بارد في أعالي الجبال.

جنوب مدار الجدي، تشهد أميركا الجنوبية شتاء معتدل البرودة إلى بارد، وصيفاً معتدل البرودة إلى دافئ. ينفقّ جنوب التشيلي كمّية كبيرة من الهواطل، بفعل العواصف الزوبعية التي تأتي من المحيط الهادئ؛ في الغرب. ينخفض معدّل حدوث العواصف – الذي يكون أكبر في الشتاء – باتجاه الشمال عبر التشيلي، ما يخلق منطقة يسود فيها مناخ من النوع المتوسطي، حيث الشتاء رطب ولطيف والصيف جافّ وحارّ. تحدّ هذه المنطقة أرض صحراوية، تمتدّ على طول الساحل حتّى الاكوادور شمالاً. وتشمل هذه المنطقة الصحراوية صحراء أناكاما، وهي من أكثر الأماكن جفافاً على الأرض. وتسيطر شروط شبه رطبة وجافّة إلى شرق الأند الجنوبية. ولكن، في الپامپاس والمرتفعات البرازيليّة الجنوبية، يميل الصيف إلى أن يكون رطباً، ويمكن أن تصل العواصف الزوبعية في الشتاء حاملةً معها المطر والطقس البارد. يسقط الثلج أحياناً فوق المرتفعات، ويمكن للصقيع أن يمتدّ شمالاً باتجاه مدار الجدي ويلحق أضراراً فادحة بالمحاصيل.

الغطاء النباتي

تتوافق المناطق النباتية في أميركا الجنوبية بشكل وثيق مع المناطق المناخية. تميّز المناطق ذات المناخ الاستوائي الرطب بغطاء كثيف من غابات المطر Selvas. تشكّل هذه الغابات أكبر منطقة حرجيّة في العالم، إذ تغطّي قسماً كبيراً من أميركا الجنوبية الإستوائية، وتشمل ساحل البرازيل والسفوح المنخفضة لجبال الأند؛ وتحتوي هذه الغابات على أشجار من ذوات الخشب الصلب الاستوائية وأشجار نخيل وسراخس شجرية وخيزران ونباتات متسلّقة. تمتدّ الأحراج المبعثرة والأجمات الدغالية في مناطق الشتاء الجافّ، خصوصاً على ساحل فينزويلا وفي شمال شرق البرازيل وفي الجران شاكو. بين هذه المناطق الجافة نسبياً وغابة المطر، تمتدّ مناطق تغطّيها الأعشاب العالية (سفناء أو Campos) ومناطق تغطّيها الأعشاب والأشجار الخفيضة Campos Cerrados. ونجد غابات مختلطة (تحتوي على أشجار ذات أوراق معبلة^(٢)

^[2] معبلة: أشجار تسقط أوراقها عند اقتراب موسم البرد

وأشجار دائمة الخضرة على حدّ سواء) وغابات معبلة في جنوب البرازيل وفوق منحدرات الأند. في البرازيل، تدرّج الغابة باتجاه الجنوب إلى مناطق من المروج أو البراري المتموجة تقطعها تلال محزّجة. يميّز الجران شاكو بسهول كثيرة العشب وأحراج مبعثرة من الحنيّبات (الأعياص) الشائكة. وتشكّل منطقة الپامپاس في شرق وسط الأرجنتين أكبر أرض عشبيّة معتدلة في أميركا الجنوبية. إلى الجنوب، تدلّ منطقة من السهوب العيشيّة^(٣) Monte على الانتقال إلى الأجمات الخفيضة والأعشاب المبعثرة على شكل باقات التي تغطّي منطقة پاتاچونيا، الأكثر برودة وجفافاً. على ساحل الهادئ، يتدرّج الغطاء النباتيّ نحو الشمال من الغابة إلى الحرج المبعثر، ثمّ إلى الجنبات والعشب في وسط التشيلي، وأخيراً إلى العيص^(٤) والنباتات الصحراوية التي تغطّي في شمال البيرو وترتفع على سفوح الجبال.

الحياة الحيوانية

يمكن تصنيف أميركا الجنوبية، وأميركا الوسطى، والأراضي المنخفضة في المكسيك، والهند الغربية في منطقة جغرافحيوانية واحدة، تُعرف عادة بالمنطقة الإستوائية الجديدة Neotropical Region. تميّز الحياة الحيوانية في هذه المنطقة بتنوّعها وغياب أيّ شبه بينها وبين حيوانات القارّات الأخرى، بما في ذلك أميركا الشمالية، شمال الهضبة المكسيكية. تنتشر في أنحاء أميركا الجنوبية فصائل من الثدييات يقتصر تواجدها على المنطقة، ومنها نوعان فريدان من السعادين، وخفافيش ماضة للدماء، والكثير من القوارض الغريبة. لا تضمّ المنطقة سوى نوع واحد من الدببة هو الدب المنقّر؛ ولا تحتوي على أيّ نوع من الحياود أو الحيوانات النسبية، باستثناء نوع من التابير؛ ولا تضمّ أيّ مجنّزات، باستثناء شبيهات اللاما (من فصيلة الحمّاليّات)، التي تشمل ألباكا واللاما والفكّونة. ومن الحيوانات المميّزة أيضاً للقارّة، التيجور (الجابجوار) والبقرّي وآكل النمل العملاق والقوّطي. وتُظهر الطيور المريد من الإنزال والفراة. هناك حوالي ٢٣ فصيلة و ٦٠٠ جنس من الطيور التي يقتصر تواجدها على المنطقة الإستوائية الجديدة، إضافة إلى القسم الأكبر من فصائل مهمّة أخرى، مثل فصيلة الطيور الطنّانة (٥٠٠ نوع) والتّاجر والمقوّ، علاوة على مجموعة كبيرة ومنوّعة من الطيور البحرية. تشمل الطيور الكبيرة الرّيّة والكندور والتّحام. وتشمل الزواحف البواء والأناكندة؛ كما تتواجد الإيچوانا والكيمن والتمساح في الكثير من المناطق. تُعرف أسماك المياه العذبة في القارّة بتنوّعها ووفرتها. وتتميّز المقصورة المنطقية أيضاً بالحشرات وغيرها من اللافقاريّات. في الإجمال، تُعتبر الحياة الحيوانية في أميركا الجنوبية محلية ومميّزة أكثر من حيوانات أيّ قارّة أخرى عدا أستراليا؛ إنّ أكثر من أربعة أخماس الأنواع الحيوانية في أميركا الجنوبية مقصورة على حدود القارّة الجغرافحيوانية. تشكّل جزر الجالاپاجوس موطناً لزواحف وطيور لا تعيش في أيّ مكان آخر في العالم، ومنها سلحفاة الجالاپاجوس العملاقة وشُرشور داروين وبطريق الجالاپاجوس.

الموارد المعدنية

تتمتّع أميركا الجنوبية بموارد معدنيّة متنوّعة، لم يُستغلّ الكثير منها بعد، على نطاق واسع. تتوزّع الطبقات المعدنية في أنحاء القارّة، لكنّ بعض المناطق معروفة بغناها الكبير بالموارد المعدنية. في الأند، استُخرج المُثبّر الخنوي على الذهب في مناطق مختلفة منذ ما قبل عهد الاستعمار. أنتجت الجبال، بين وسط البيرو وجنوب بوليفيا، الفضة والزئبق في عهد الإستعمار، وهي نتيج اليوم معادن صناعيّة مثل النحاس والقصدير والرصاص والزنك. يُستخرج النحاس من مناجم كبيرة في شمال ووسط التشيلي وفي وسط وجنوب البيرو. وتمدّد منطقة غنيّة بالمعادن تحتوي على البوكسيت والحديد الخام والذهب، بين مدينة بوليثار وشمال سورينام، قرب الطرف الشمالي لمرتفعات جويّانا. في شرق وسط البرازيل، اكتُشفت في عهد الإستعمار مناجم ذهب وماس غنيّة جدّاً، لا يزال بعضها منتجاً إلى اليوم. إنّ أميركا الجنوبية منتج هامّ للمعادن النادرة، وغير أنّ الإحتياطي الضخم من الحديد الخام العالي النوعيّة والكميّات الأقلّ نسبياً من البوكسيت، هي أكثر أهمية بالنسبة للقوّة الصناعية الناشئة في القارّة.

تفتقر أميركا الجنوبية إلى مناجم فحم كبيرة. ويتواجد الفحم على شكل تراكمات مبعثرة وصغيرة نسبياً في الأند وجنوب البرازيل. شكّل الفحم وقوداً هامّاً للصناعة والنقل في التشيلي وكولومبيا والبرازيل بشكل رئيسيّ. من جهة أخرى، يتوزّع النفط على نحو واسع في القارّة. ويقع معظم احتياطيّ القارّة من النفط والغاز الطبيعي في أحواض بنبويّة^(٥)، واقعة في معظمها على طول الأطراف الشرقيّة للأند وفي الجبال نفسها، من فينزويلا إلى فويجو (أرض النار). تقع أكبر الحقول المعروفة في منطقة بحيرة ماراكايبو في فينزويلا. ونجد تراكمات أخرى في شمال كولومبيا والاكوادور والبيرو، وجنوب الأند في شرق ووسط فينزويلا، وشرق الجبال مباشرة في كولومبيا والاكوادور والبيرو وبوليفيا والأرجنتين والتشيلي.

^[3] العيشية: سهل واسع خالي من الشجر

^[4] العيص: أشجار خفيضة

^[5] بنبوية: نباتي الشائش متعلق بالنبية

التطوّر الاقتصادي

كانت أميركا الجنوبية، تاريخيّاً، منطقة مستعمريّة تعتمد في اقتصادها على تصدير السلع الزراعيّة والمعدنيّة، لكنّها شهدت، منذ ثلاثينات القرن العشرين، نموّاً وتنوّعاً في معظم قطاعاتها الإقتصادية. بعد الحرب العالمية الثانية (١٩٣٩ – ١٩٤٥) أدّت السياسات المحليّة لاستبدال الواردات (صنع السلع التي كانت تُستورد في السابق محليّاً) إلى إعادة بناء وتوجيه الصناعة. لم تتوزّع فوائد هذا النموّ الاقتصاديّ السريع بشكل متساوٍ، بل تراكمت أكثر في المدن الكبيرة وضواحيها. إنّ تطوّر التجارة الحرّة، الذي بدأ في أواخر الستينات مع الحلف الأنديّ واستمرّ إلى التسعينات مع السوق المشتركة Mercosur^(٦)، والإنفاقيّة الشماليّة لكثرة التجارة الحرّة Nafta، قد زاد إلى حد بعيد من امكانيّات أميركا الجنوبية لتحقيق النموّ الاقتصاديّ.

الزراعة

يذهب معظم الإنتاج الزراعيّ والحيوانيّ في أميركا الجنوبية للإستهلاك المحلّي والأسواق الداخلية. ومع ذلك، فإنّ المداخليل من الصادرات الزراعية كبيرة جدّاً في الكثير من بلدان أميركا الجنوبية. وتشكّل معالجة المنتجات الزراعية وتسويقها محليّاً وتصديرها جزءاً كبيراً من النشاط التجاريّ والصناعيّ. تؤمّن الزراعة، مع الصيد وصيد الأسماك والحراجة حوالي ١٢٪ من الناتج المحلّي الإجماليّ في القارّة، إلّا أنّها تشغّل أكثر من ٣٠٪ من اليد العاملة في بوليفيا والپاراچواي والبيرو والاكوادور، وبين ٢٠ و ٣٠٪ في كولومبيا والبرازيل وجويّانا، وأقلّ من ٢٠٪ في سورينام والتشيلي والأوروچواي وفينزويلا والأرجنتين وجويّانا الفرنسيّة.

تتركّز أكثر أشكال الزراعة التجارية كثافة قرب المدن، وتشكّل المنتجات القابلة للتلف، مثل الخضر والفواكه والمواد اللبنيّة، المنتجات الرئيسيّة في هذه المناطق. أمّا أماكن إنتاج السلع الأساسية، مثل محاصيل الجذور والفاصولياء والذرة، فأكثر تفرّقا من ذلك. وتُزرع هذه المحاصيل في الكثير من المناطق، ضمن مزارع كفافيّة وفي ظروف مناخية غير مؤاتية أو في تربة فقيرة. يُزرع القمح والأرزّ حينما تكون الظروف ملائمة. تنتشر تربية الأبقار المنتجة للحمّ للإستهلاك المحلّي، على نحو واسع في أنحاء القارّة، وتشكّل تربية الأبقار المنتجة للحمّ المخصّص للتصدير، نشاطاً هامّاً في الأرجنتين والأوروچواي والپاراچواي وكولومبيا. تُمارّس الزراعة الموجهة للتصدير في المناطق الإستوائية والمعتدلة، حيث أفضل الأراضي الصالحة للزراعة وحيث يسهل الوصول إلى المرافئ. يشكّل البنّ أهمّ محصول في المناطق الإستوائية. ويُنْتج البن في المرتفعات، خصوصاً في جنوب شرق البرازيل وفي غرب وسط كولومبيا. يشكّل الكاكاو منتوجاً زراعياً هامّاً في شرق البرازيل وغرب وسط الاكوادور. يُزرع الموز وقصب السكر في أنحاء المنطقة الإستوائية، ويذهب القسم الأكبر من الإنتاج إلى الأسواق المحلية. يُزرع الموز للتصدير في كولومبيا وغرب الاكوادور؛ ويُنْتج قصب السكر للتصدير في المنطقة الساحلية من البيرو وجويّانا وسورينام. يُزرع القطن، منذ عشرات السنين، في المنطقة الساحلية من البيرو لغايات التصدير. ويُزرع أيضاً القطن وقصب السكر (للتصدير والأسواق المحليّة على حدّ سواء) في شمال شرق وجنوب شرق البرازيل. في جنوب شرق البرازيل، أصبح فول الصويا منذ السبعينات محصولاً هامّاً للتصدير. وليس فول الصويا بمثل هذه الأهميّة في الأرجنتين، حيث سمحت تربة المروج الحصبية بإنتاج ذي أهميّة عالميّة من الحبوب والمواشي. ويشكّل القمح والذرة ووبر الكتان ولحم البقر ولحم الغنم والجلود والصوف التي تنتجها الأرجنتين سلعاّ هامّة جدّاً في التجارة العالميّة. وتصدّر الأوروچواي، منذ عهد بعيد، عدداً من منتجاتها ولا سيّما الصوف والجلود.

الحراجة وصيد الأسماك

تغطّي الغابات ٥٠٪ من مساحة أميركا الجنوبية وتزخر البحار المحيطة بالقارّة، بالحياة البحرية. لكنّ الحراجة وصيد الأسماك يشكّلان نشاطاً محدوداً موجّهاً للأسواق المحلية في معظم دول أميركا الجنوبية. إلّا أنّ القارّة تصدّر بعض الأخشاب الإستوائية الصلبة واللينة، ويأتي قسم كبير من الأخشاب المصدّرة من حوض الأمازون، حيث تُزال مساحات شاسعة من الغابات وتحوّل إلى مراع وأراض زراعية. ومن الصادرات الحرجيّة، هناك أيضاً خشب الصنوبر من جنوب البرازيل وجنوب وسط التشيلي، إضافة إلى بعض الخشب اللبانيّ. رُزعت مساحات كبيرة من الغابات التجارية في كلّ من التشيلي والبرازيل. وقد لعب انتشار زراعة شجر الأوكالپتوس لتأمين حطب الوقود وللإستعمال في الصناعات الخشبيّة والبناء، دوراً هامّاً من الناحية التاريخية.

تشكّل المياه القريبة من سواحل الهادئ أهمّ مسامك (ج: مسمك: موطن يُصاد فيه السمك) أميركا الجنوبية. تُصاد كمّيّات كبيرة من البلّم، المستعمل لصنع دقيق السمك، قبالة السواحل البيروفيّة والتشيليّة، إلّا أنّ فرط الصيد قد تسبّب مؤخّراً بخفض حجم المصيد. وتُصاد أسماك التونة قبالة السواحل الاكوادوريّة والبيروفيّة. وتشكّل القشريات صيداً مهمّاً في مياه التشيلي والبرازيل وجويّانا.

^[6] Mercosur: سوق مشتركة تضمّ البرازيل، الأرجنتين، الپاراچواي والأوروچواي، تأسّست سنة ١٩٩١

التعدين

يجري معظم النشاط التعدينيّ المخصّص للتصدير على نطاق واسع جدّاً. إنّ السيطرة القديمة العهد للشركات الأجنبية على عمليّات التعدين في أميركا الجنوبية، تخفّ شيئاً فشيئاً بسبب الضغوطات السياسية القومية. يشكّل النفط والنحاس والبوكسيت والحديد الخام السلع الرئيسيّة من حيث القيمة والحجم، إلّا أنّ الصادرات المعدنية تميّز بتنوّع كبير. إنّ أميركا الجنوبية إحدى المناطق الهامّة المنتجة للرصاص والزنك والمنغنيز والقصدير في العالم. تنتج جميع بلدان أميركا الجنوبية كمّية معيّنة من المعادن، إلّا أنّ كمّية النفط والغاز المنتجة في فينزويلا تشكّل أكثر من نصف القيمة الاجماليّة لإنتاج القارّة. يلعب إنتاج المعادن دوراً هامّاً جدّاً في اقتصاد بلدان عدّة في أميركا الجنوبية. يطغى النفط الخام والمكّرز ومشتقاته على صادرات فينزويلا، ولا تعتمد سورينام وبوليفيا والتشيلي بهذا القدر على الصادرات المعدنية. وفي السنوات الأخيرة، اعتمدت البيرو والاكوادور إلى حدّ بعيد على بيع المعادن. تؤمّن هذه الصادرات المداخليل لخزانة الدولة، لكنّ التعدين لا يساهم سوى بنسبة ضئيلة في الناتج المحلّي الإجماليّ والتوظيف في القارّة. مع ذلك، فإنّ السلع المعدنية مهمّة جدّاً لتزايد التنوّع الصناعي في أميركا الجنوبية.

الصناعة

في أواخر السبعينات، أصبحت الصناعة تؤمّن ٢٥٪ على الأقلّ من الناتج المحلّيّ الإجماليّ؛ وكانت هذه النسبة قد وصلت إلى ٢٠٪ في ١٩٥٦، حيث فاقت أهمية الصناعة، لأول مرة، الزراعة والتجارة والقطاع الماليّ مجتمعّة. في أواخر الثمانينات، أمّن القطاع الصناعيّ أكثر من ٣٠٪ من الناتج المحلّي الإجماليّ في الأرجنتين وفينزويلا والبرازيل والتشيلي وكولومبيا والبيرو والأوروچواي والاكوادور.

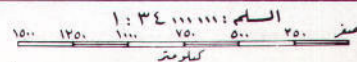
تبقى معالجة السلع الزراعية أكثر الصناعات أهميّة وانتشاراً، حتى في الأرجنتين والبرازيل، أكثر بلدان أميركا الجنوبية تصنّعاً. ويشكّل تركيز وتكرير وتنقية المعادن نشاطاً صناعيّاً مهمّاً أيضاً، إلّا أنّه يميل إلى التواجد قرب مناجم المعادن. ومن جهة أخرى، تتركّز صناعات أخرى – مثل تكرير النفط، وصناعة الحديد والفولاذ والأسمنت، وصناعة السلع الاستهلاكية مثل النسيج والمشروبات والمركبات السيّارة والتجهيزات الكهربائيّة والميكانيكيّة والمنتجات البلاستيكيّة – داخل المدن الكبرى وفي جوارها.

في الماضي، تطوّر القطاع الصناعي في بلدان أميركا الجنوبية تحت حماية الدولة. وبالرغم من أنّ الكثير من الصناعات لا تزال تعمل بترخيص من شركات أجنبيّة أو تتبع لها، فقد اشتركت الحكومات القومية بشكل مباشر، منذ الثلاثينات، في الصناعات الثقيلة مثل صناعة الحديد والفولاذ وتجميع المركبات السيّارة وبناء السفن. في بعض البلدان، يتمّ صنع الأدوات الآتيّة والطائرات والمركبات العسكريّة للتصدير. غير أنّ النموّ الصناعيّ لا يزال يواجه مشكلات عدّة: صغر الأسواق المحليّة، عدم توقّر التكنولوجيا الكافية والملائمة، وضعف شبكات النقل والتوزيع. منذ ١٩٩٢، بدأت الحكومات في عدد من البلدان، منها فينزويلا والأرجنتين والتشيلي والبرازيل، ببيع الصناعات المؤتمّة بهدف تحقيق فوائد ماليّة سريعة وأملاً بتحقيق فعاليّة أكبر بكلفة أقلّ. شمل هذا التخصيص صناعات النقل والإنصالات، وأدّى بوجه عام إلى ازدياد نسبة البطالة وارتفاع كبير في أسعار السلع والخدمات.

الطاقة

يشكّل النفط والغاز الطبيعيّ مصدرَي الطاقة الرئيسيّين في أميركا الجنوبية. إلّا أنّ مصادر طاقة أكثر بداية، مثل الحطب والفحم النباتيّ، لا تزال واسعة الاستعمال في الصناعة، واحياناً في صنع الحديد والفولاذ أو في تكرير السكر. ويشير الاعتماد المطلق على النفط والغاز الطبيعيّ بعض القلق، نظراً إلى أنّ كولومبيا وفينزويلا هما الدولتان الوحيدتان اللتان تتمتّعان بالإكتفاء الذاتيّ من النفط. يتأمّن توزيع النفط والغاز الطبيعيّ بواسطة شبكات كبيرة، إلى حدّ ما، من الأنايبب في كلّ من الأرجنتين وفينزويلا وكولومبيا، وعبر شبكات أقلّ امتداداً في البلدان الأخرى. إلّا أنّ معظم شبكات الأنايبب في أميركا الجنوبية تنقل النفط الخام والغاز إلى مراكز التصدير بدلاً من الأسواق المحلية. يتوقّر الفحم بكميّات صغيرة نسبياً، لكنه لعب دوراً هامّاً في إنشاء وتطوير النقل المائي والنقل بالسكّة الحديدية والصناعة في مراحلها الأولى، في كلّ من التشيلي والأرجنتين والبرازيل وكولومبيا، إلّا أنّه لم يعد مصدراً مهمّاً للطاقة منذ زمن بعيد. يشكّل الكحول المشقّق من قصب السكر وقوداً هامّاً للسيّارات في البرازيل. لم تصبح الطاقة الكهريمائية بديلاً قابلاً للتطبيق عن الطاقة الكهربائيّة الحرارية إلّا منذ الخمسينات. وقد بدأ تطوير الطاقة الكهريمائية في البرازيل والتشيلي وكولومبيا؛ تشكّل السعة الكهريمائية اليوم أكثر من ٦٠٪ من سعة توليد الكهرباء في الپاراچواي والبرازيل والأوروچواي وكولومبيا وبوليفيا. وتشكّل أيضاً الطاقة الكهريمائية مصدراً مهمّاً للطاقة في البيرو والتشيلي والاكوادور وسورينام والأرجنتين، حيث تشكّل سعة توليد الطاقة الكهريمائية أكثر من ٤٠٪ من مجمل سعة التوليد الإجماليّة. تتراوح محطّات توليد الطاقة الكهريمائية من المنشآت الصغيرة التي تؤمّن الكهرباء للبلدات في الأقاليم والمنشآت الضخمة القائمة في الجزئين الأوسط والأعلى من حوض پارانا واللسانين المنبسطين العلويّ والسفليّ من نهر سان فرانسيسكو.

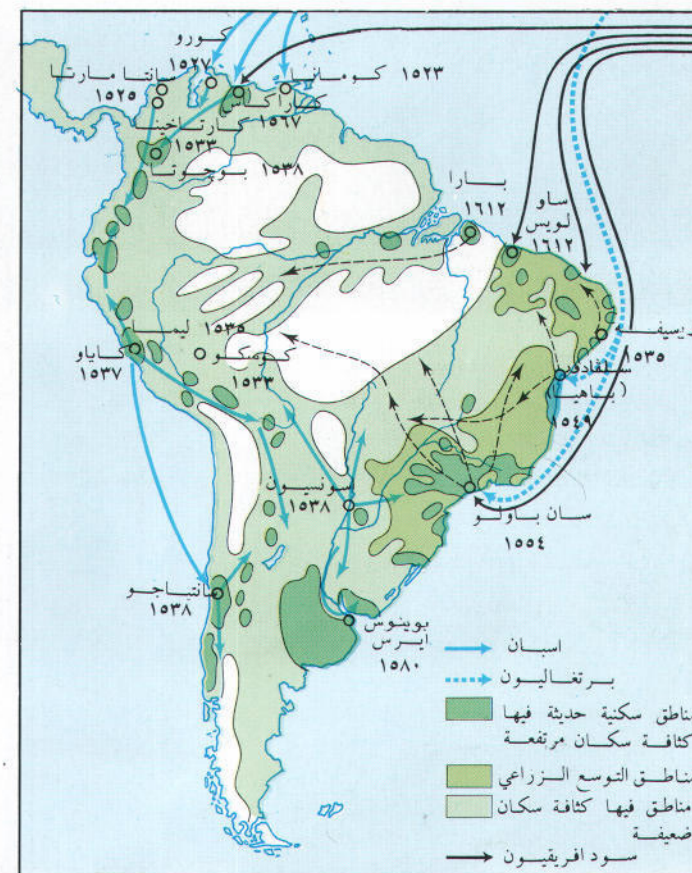
خريطة رقم ٥٢





حوالي المليون ونصف المليون كيلومتر مربع من أمريكا الجنوبية (أمازونيا) تكسوها الغابات الإستوائية.
الأشجار والنباتات تبلغ من الكثافة، في بعض المناطق، درجة تحجب معها النور عن الأعين.
في هذا الخضم الأخضر، لا يوجد سوى فصل مناخي واحد هو الصيف الدائم؛
بحيث أن بداية يوم شديد الحرارة تولد الغيوم والرعد، ما يسبب، في فترة بعد الظهر،
هطول أمطار غزيرة قد تبلغ أحيانا ضعف ما يهطل من أمطار في سهل البقاع خلال سنة كاملة.
إن غابات الأمازون هي بمثابة رئة العالم ومصدر ٣٣٪ من الأكسجين الموجود في الهواء.

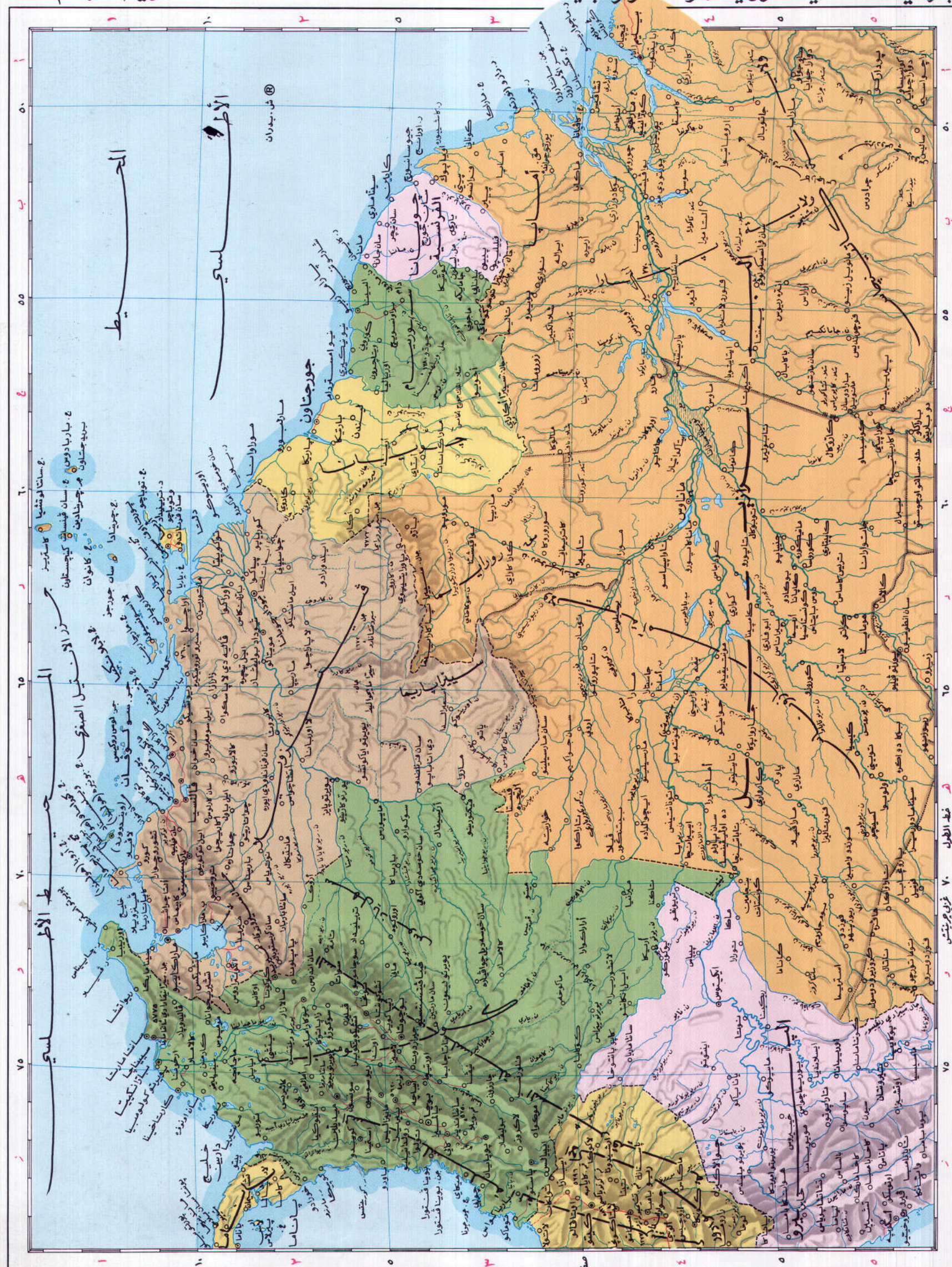
إلى اليمين: منظر لشلالات إيجواسو التي تقع على الحدة الفاصل بين البرازيل والأرجنتين.



اميركا الجنوبية: العقاب ، طائر ضخيم وهو من فصيلة الكواسر .

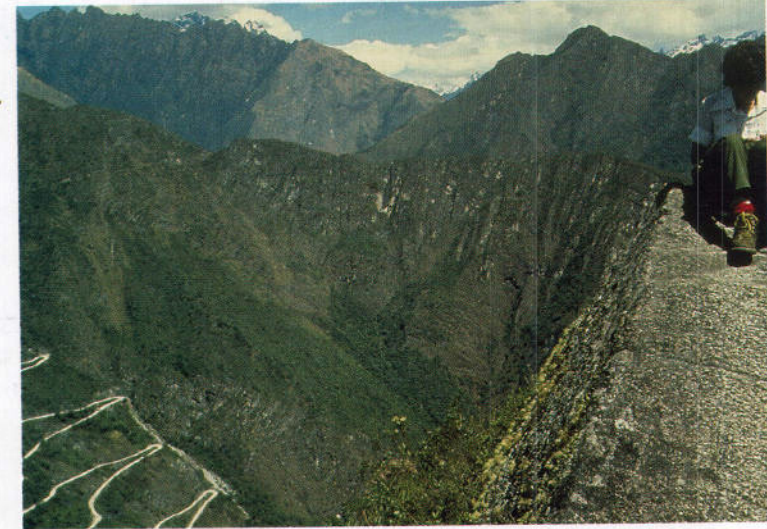


الپیرو: السهول العليا جنوب نهر ريو اوروبامبا.





البرازيل: شلالات ايجواسو.



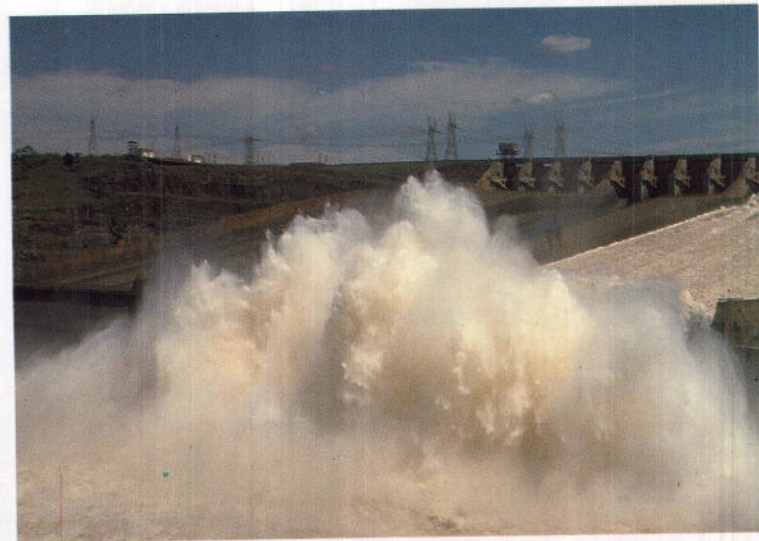
البيرو: تسلق الجبال في مدينة ماشو بيكشو.



البيرو: ساكساوامان، من آثار الأنكا، وهي أكبر قلعة.



البيرو: مشهد جوي لآثار ماشو بيكشو.



البرازيل: سد زتاپا.



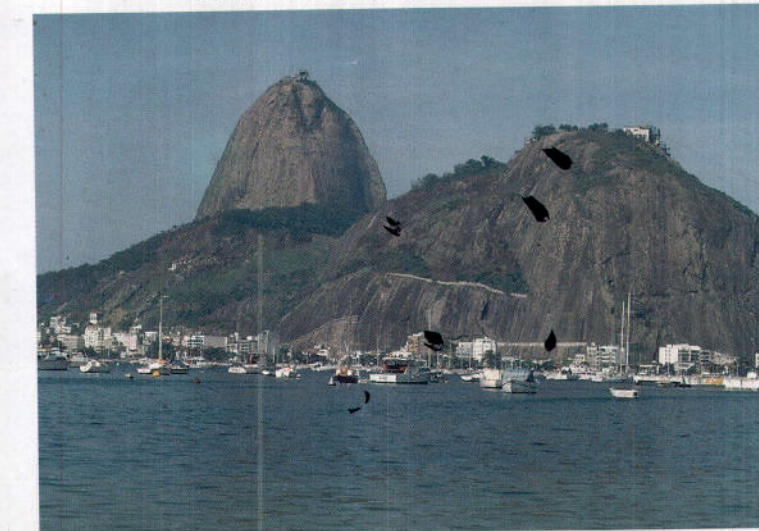
بوليفيا: امرأة بوليفية.



البيرو: قلعة شان شان الرملية.

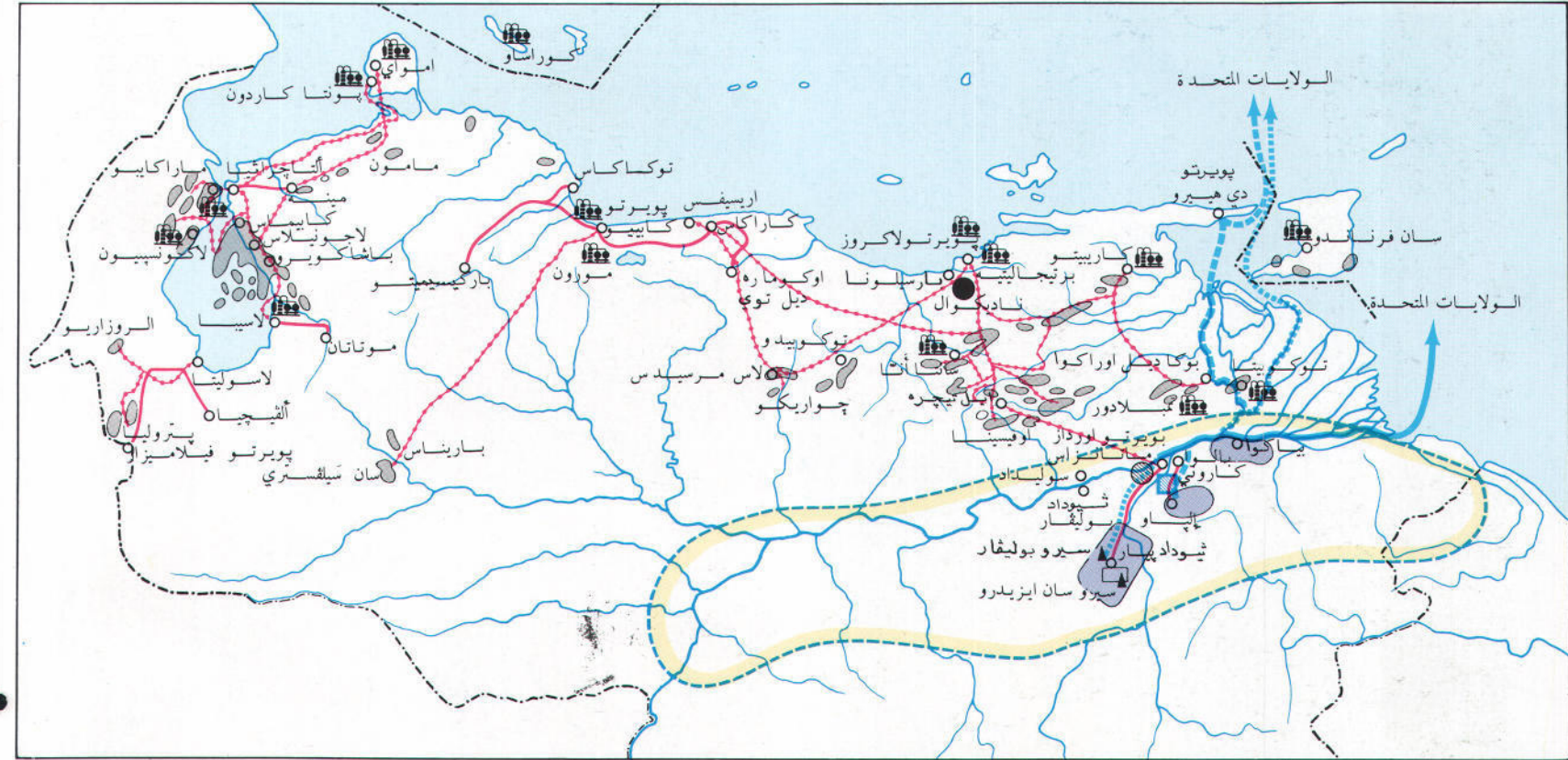


الاكوادور: جُوف بركاني في جزيرة جالاپاغوس.



البرازيل: جبل پاو دي أسوكار (جبل شوچر لوف) في مدينة ريو دي جانيرو.

فينزويلا: البترول والحديد



خطوط حديدية
النايب نطية
مركز تكرير النفط
الطريق القديم لتصدير المعادن (شركة أورينوكو)
الطريق الحديث لتصدير المعادن
مناجم الحديد
أحواض نفطية
مناجم الفحم الحجري
الحدود حوض الحديد (سلسلة إيماتاكا)
مناجم مانتازاس
مركز الكهرباء المائية في الحوض المعادني



فينزويلا: شلال هاشا يصب في نهر كاراو.



فينزويلا: شلالات كافاك.



فينزويلا: البجع النهري في مدينة بويرتو لا كروز.



فينزويلا: حيوان الإيچوانا في مدينة بويرتو لا كروز.



٥. كولمبيا
٦. كولمبيا (من جبال جاسوس)
٧. كولمبيا (من جبال جاسوس)
٨. كولمبيا (من جبال جاسوس)
٩. كولمبيا (من جبال جاسوس)



البيرو بلد جبلي تنبع أنهاره كلها من جبال الأنديز، وتتجه شرقاً لتصب في نهر الأمازون، وغالباً ما تشكل مرتفعاته شلالات نهريّة مرتفعة.



التشيلى: بركان قباريكا في مدينة بوكون.



التشيلى: شلالات يويو.



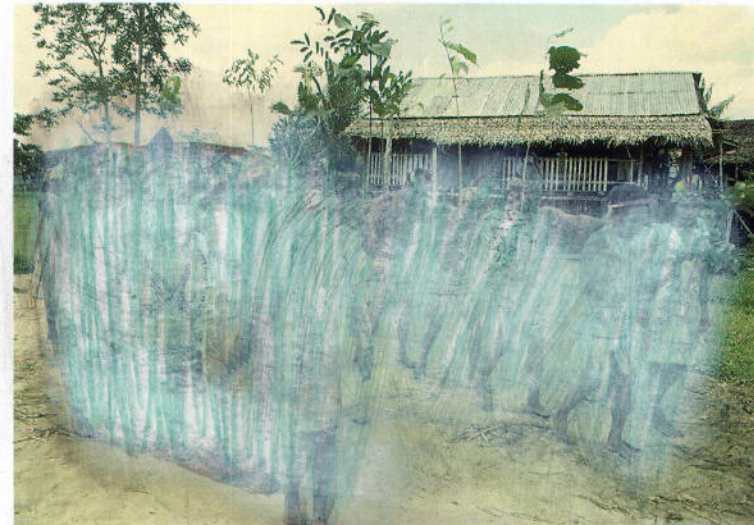
البيرو: قلعة أثرية لحضارة الأنكا في مدينة بيساك.



البرازيل: مبنى المجلس النيابي في برازيليا.



كولومبيا: ثعبان الأناكندة.



كولومبيا: رقصة هندية تقليدية.



البرازيل: مشهد لقطع الأشجار.



البيرو: الواجهة الغربية لما تبقى من آثار البرج المركزي في مدينة ماشويكشو.



كولومبيا: طارق الطبول.



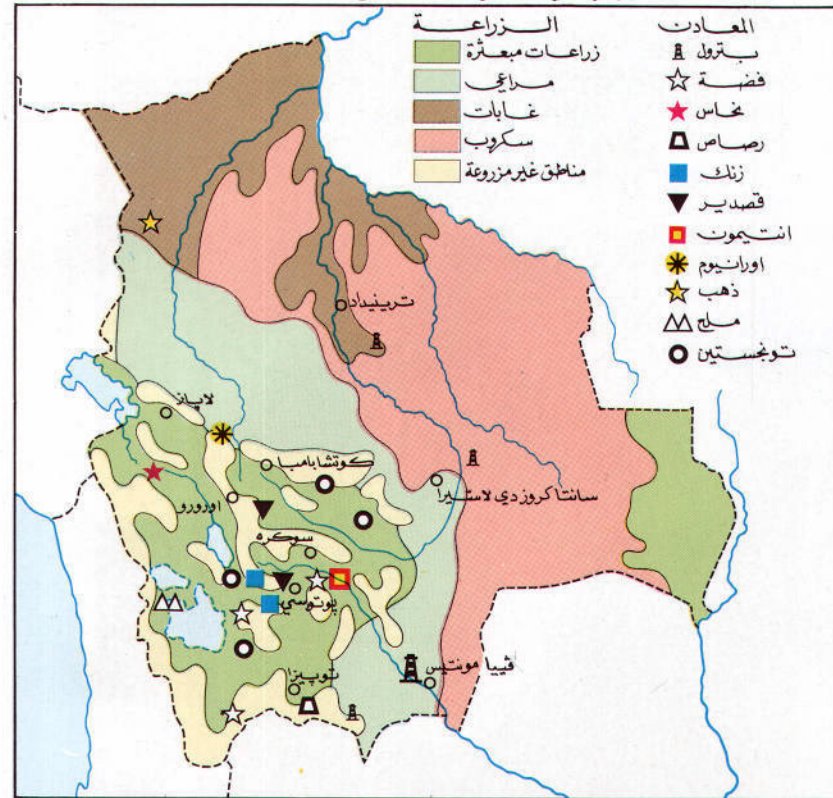
كولومبيا: امرأة كولومبية.



كولومبيا: تمثال سان اوجوستين.



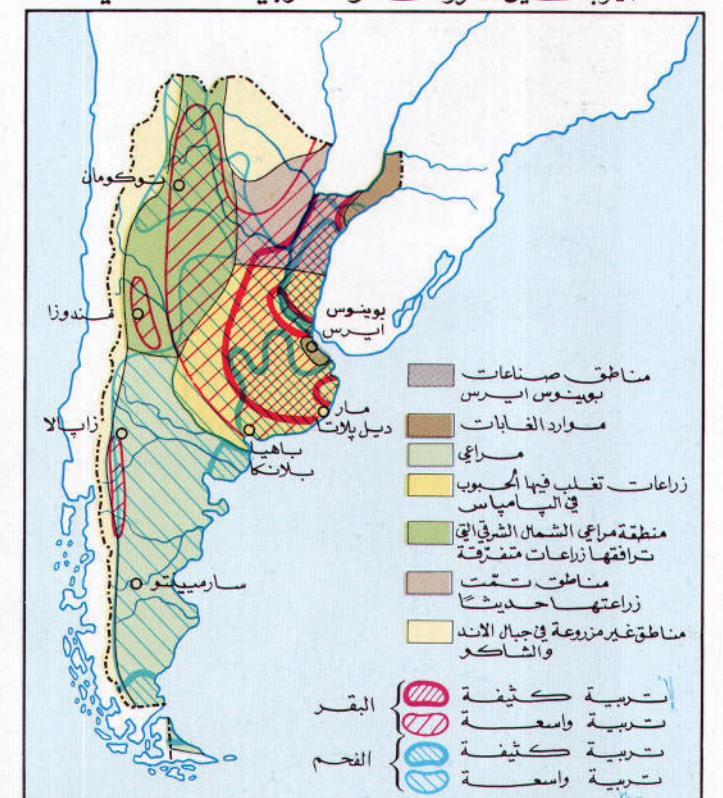
كولومبيا: كنيسة في بوجوتا.



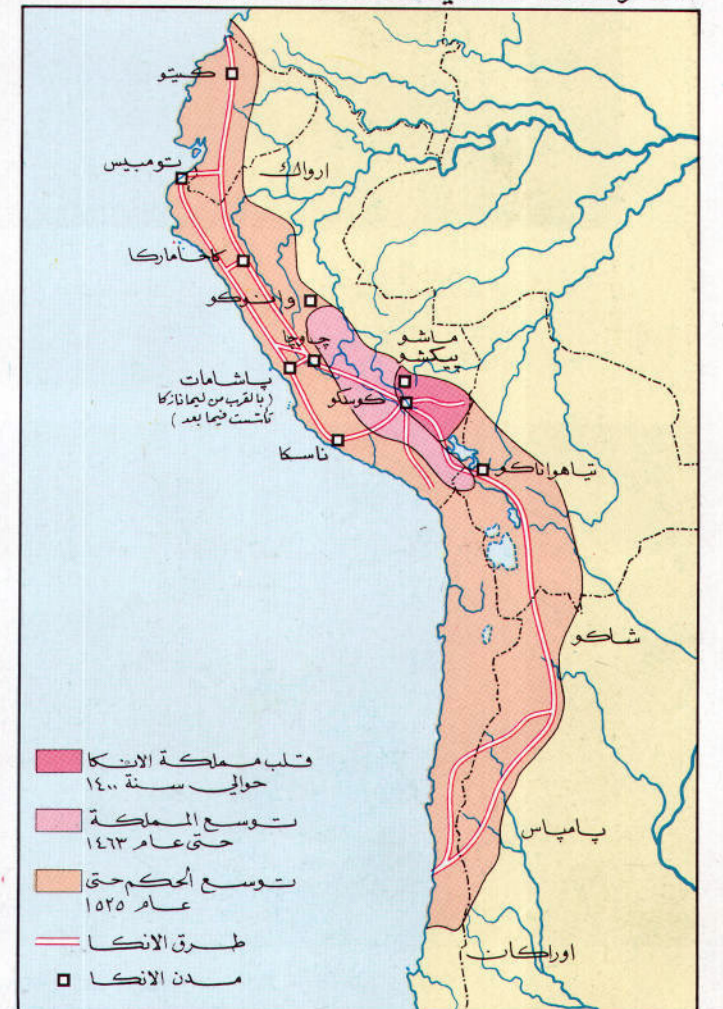
مضيق ماجيلان

مضيق ماجيلان هو ممر مائي ضيق ومتعرج يفصل جزر فويجو (أرض النار) عن البر الرئيسي لأمريكا الجنوبية. ويمتد مضيق ماجيلان عند الطرف الجنوبي من القارة. قاد المستكشف البرتغالي فرديناند ماجيلان أول رحلة استكشافية أوروبية عبر هذا المضيق في أول رحلة حول العالم، وقد استغرقت بين تشرين الثاني ١٥٢٠ ونيسان ١٥٢١. (في الخريطة أدناه، يمثل الخط الأحمر الطريق الذي اتبعه ماجيلان).

يمتد مضيق ماجيلان بطول ٥٦٣ كيلومتراً ويتراوح عرضه بين ٣ و ٣٢ كيلومتراً. وقبل قناة باناما، كان مضيق ماجيلان ورأس هورن أقصر طريقين بحريين من المحيط الأطلسي إلى المحيط الهادئ. يتعرض المضيق لرياح عنيفة وأمطار غزيرة على مدار السنة.



الفتوحات المتتالية لملكة الانكا



أوقيانیا

أستراليا: صخرة آيرز، وهي صخرة قديمة التكوين يرجع تاريخها إلى ٦٠٠ مليون سنة

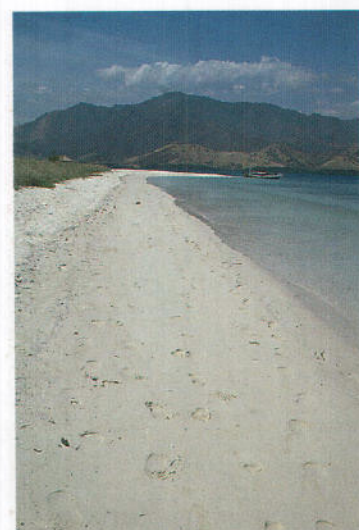




نيوزيلاندا: بركان روابيهو .



جزيرة فيجي: جزيرة ييتش كومير .



اندونيسيا: احدى الجزر .



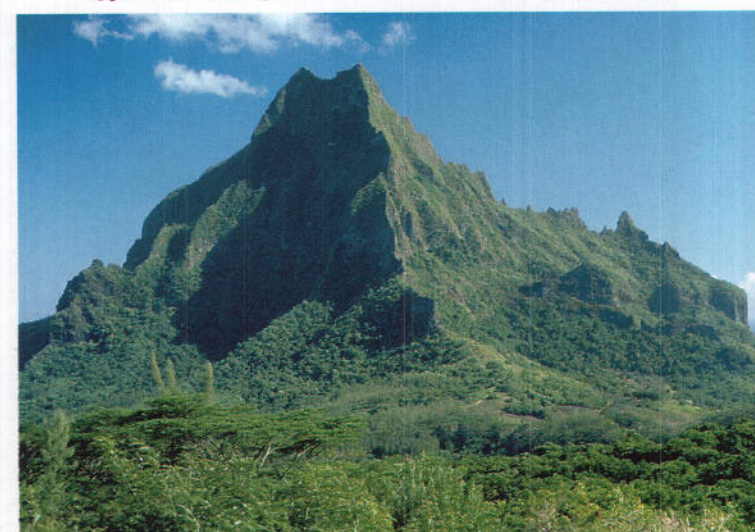
استراليا: شجر البرتقال .



جزيرة ساموا: شلال في الادغال .



جزر ساموا: مشهد للجزر .



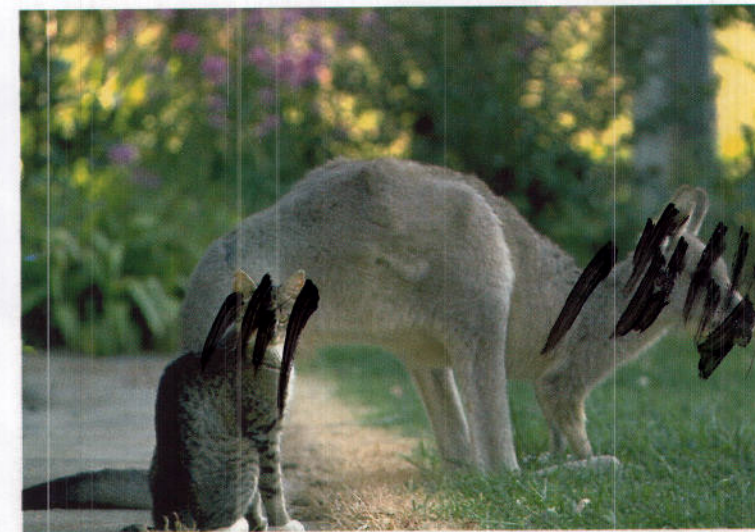
جزيرة تاهيتي: الهضبة البركانية في موريا .



جزر كوك: احدى الجزر الغير مسكونة .



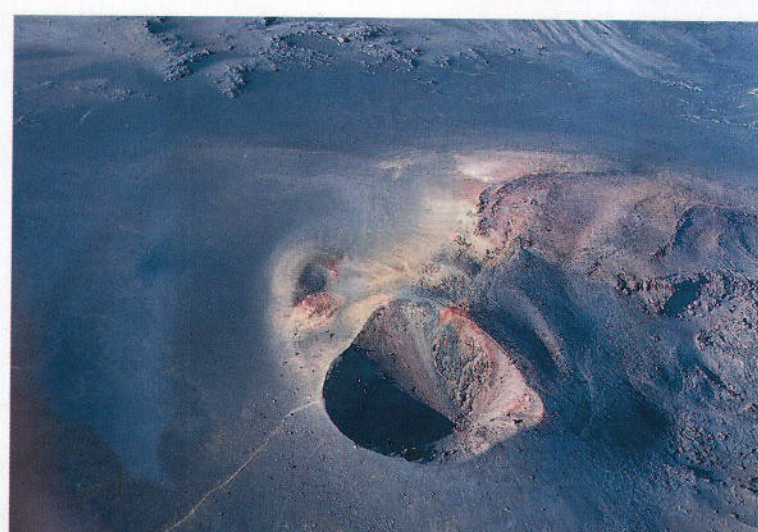
استراليا: الشاطئ الجنوبي .



استراليا: الكنغر الرمادي .



جزر هاواي في أوقيانيا .





جزر كوك: شعب مرجانية في جزيرة راروتونجا.



جزر كوك: الشاطئ في جزيرة راروتونجا.



جزر فيجي: مغيب الشمس.



نيوزيلاندا: الينابيع الحارة (الجزر) في روتوروا.



نيوزيلاندا: الرياح تتجتاح شاطئ مضيق كوك قرب مدينة ويلينجتون.



نيو زيلاندا: الاشجار في وايتانجي.



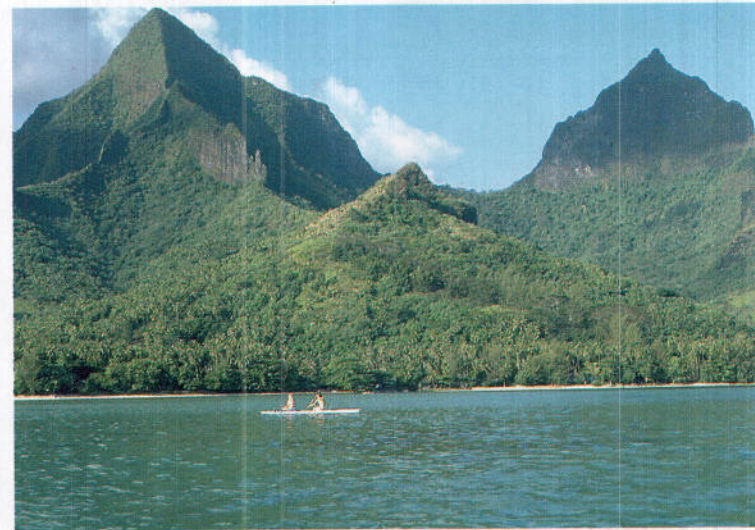
بولينيزيا الفرنسية: خليج كوك.



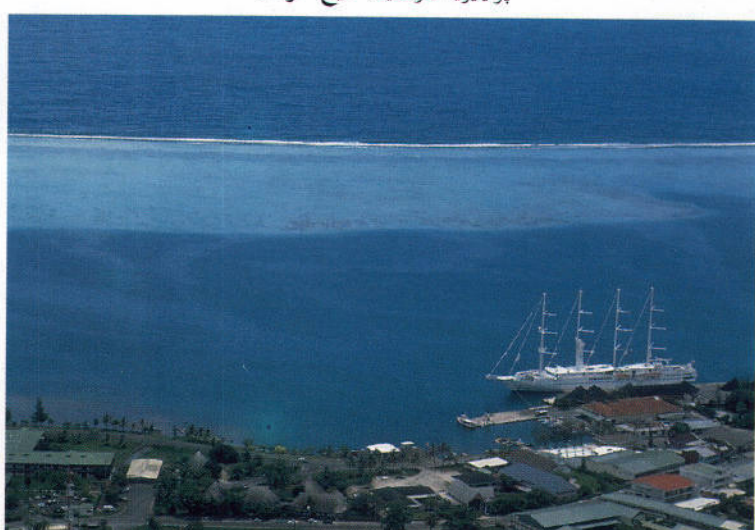
استراليا: محمية بورت كامل تؤدي الى طريق المحيط.



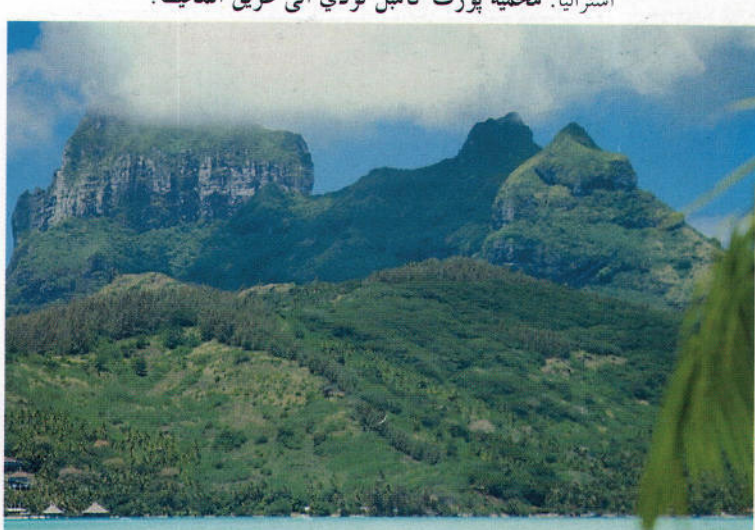
جزر مركيز: مشهد لشاطئ من الجزر.



جزيرة تاهيتي: مشهد من الجزيرة.



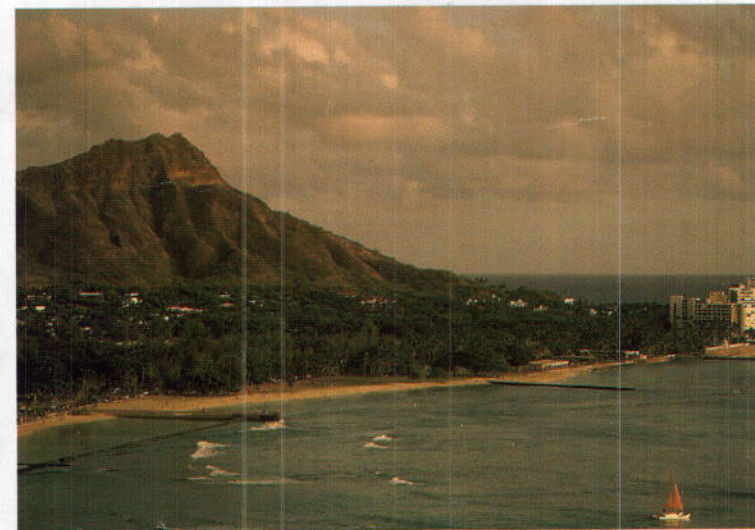
بولينيزيا الفرنسية: الشعب المرجانية.



بولينيزيا الفرنسية: مشهد لجزيرة هاو.



جزر فيجي: احدى الأصداف الاستوائية على الشاطئ.



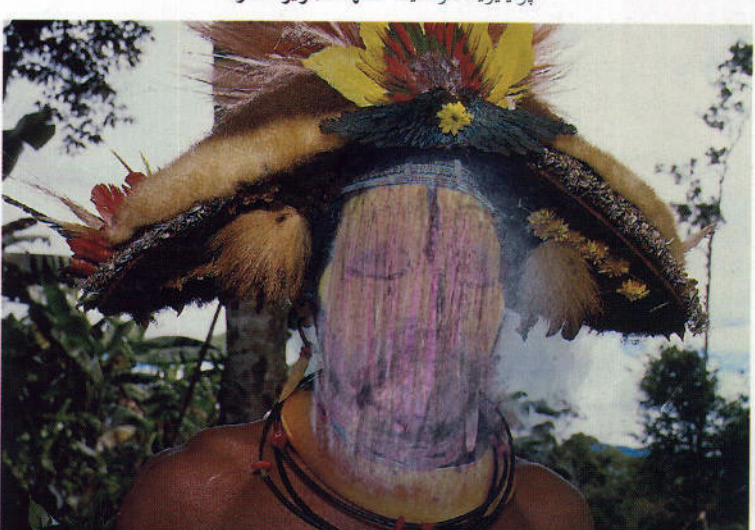
جزر هاواي: شاطئ واكيكي في جزيرة واو.



غينيا الجديدة: مشهد لشلال.

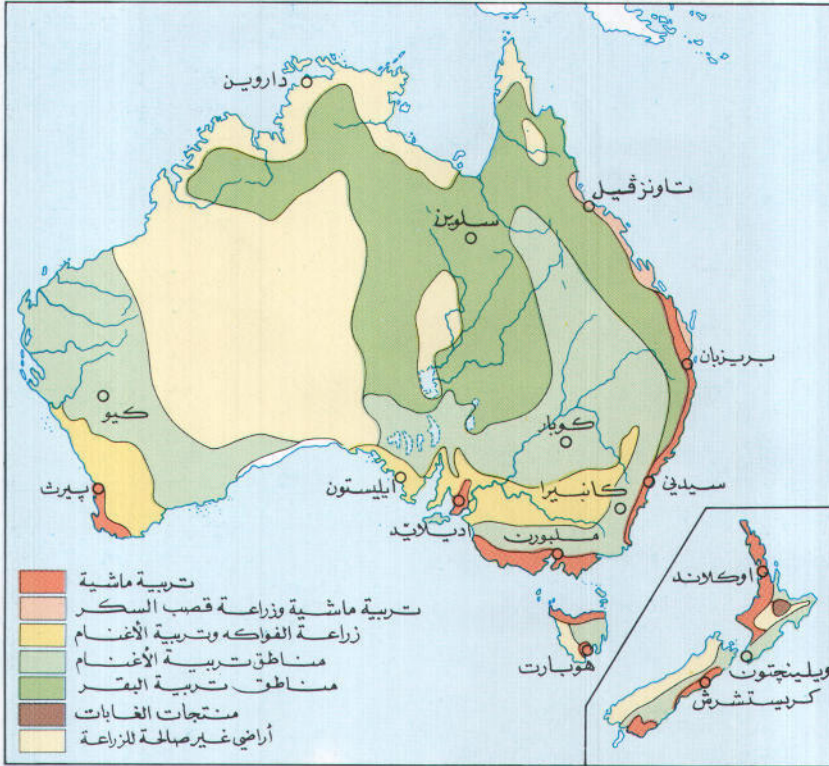


استراليا: طيور في الاحراج.

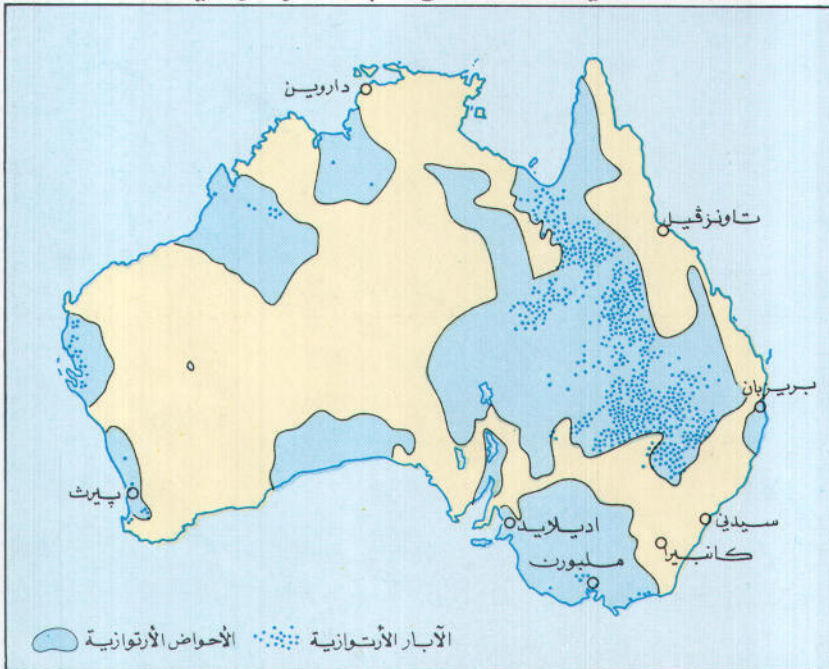


غينيا الجديدة: أحد رجال القبائل.

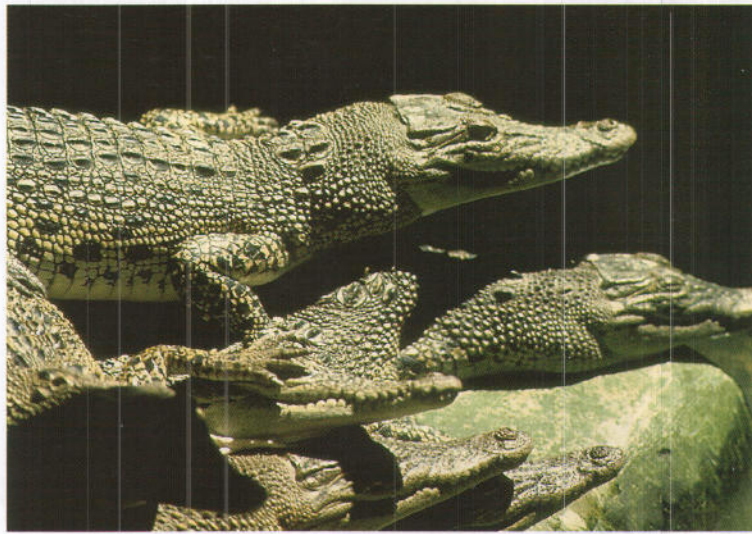
استراليا ونيوزيلاندا : الزراعة



أستراليا : مناطق الآبار الأرتوازية



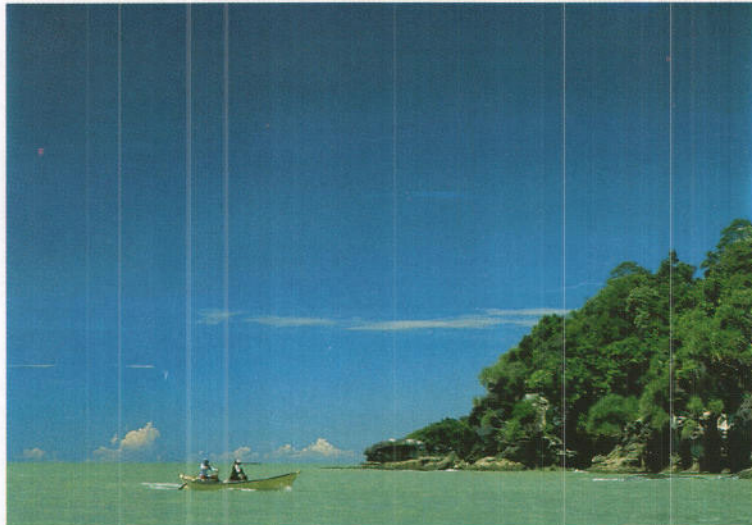
هاواي : سباق اليخوت في هونولولو .



اتحاد ماليزيا : التماسيح على شاطئ في ساراواك .



نيوزيلاندا : قطع غزلان .

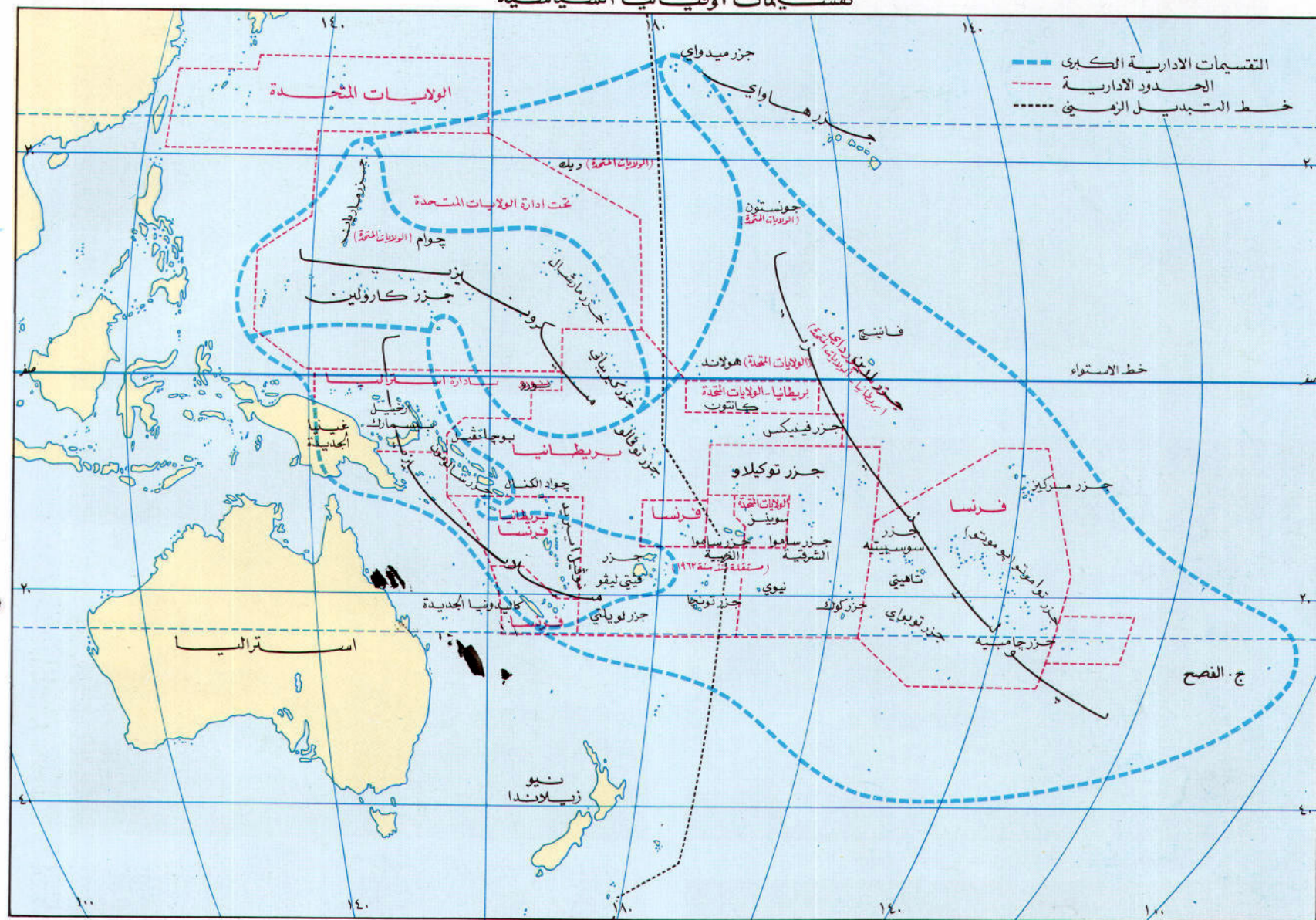


بورنيو : مشهد للشاطئ .

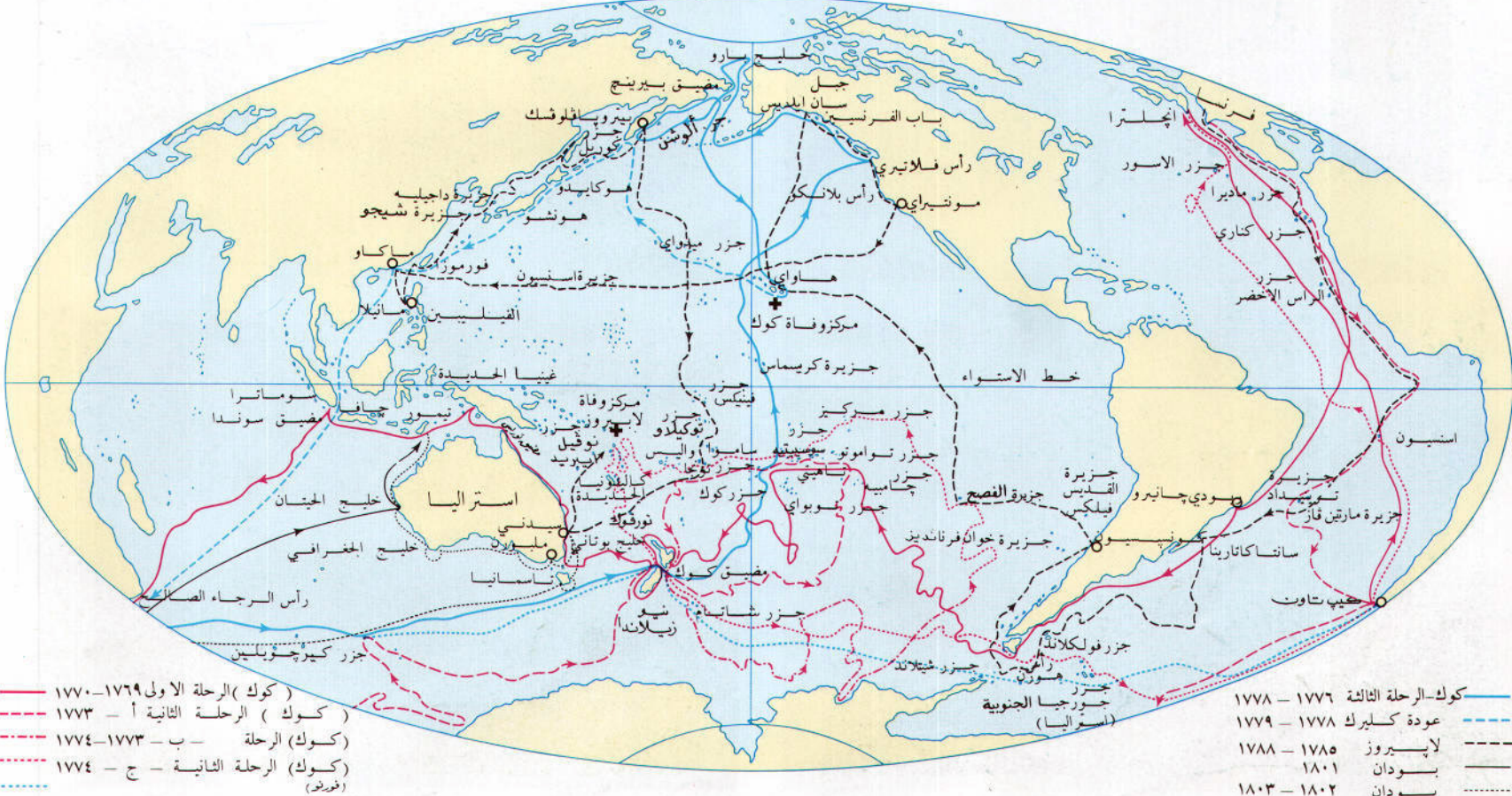


اندونيسيا : منحدر بركاني .

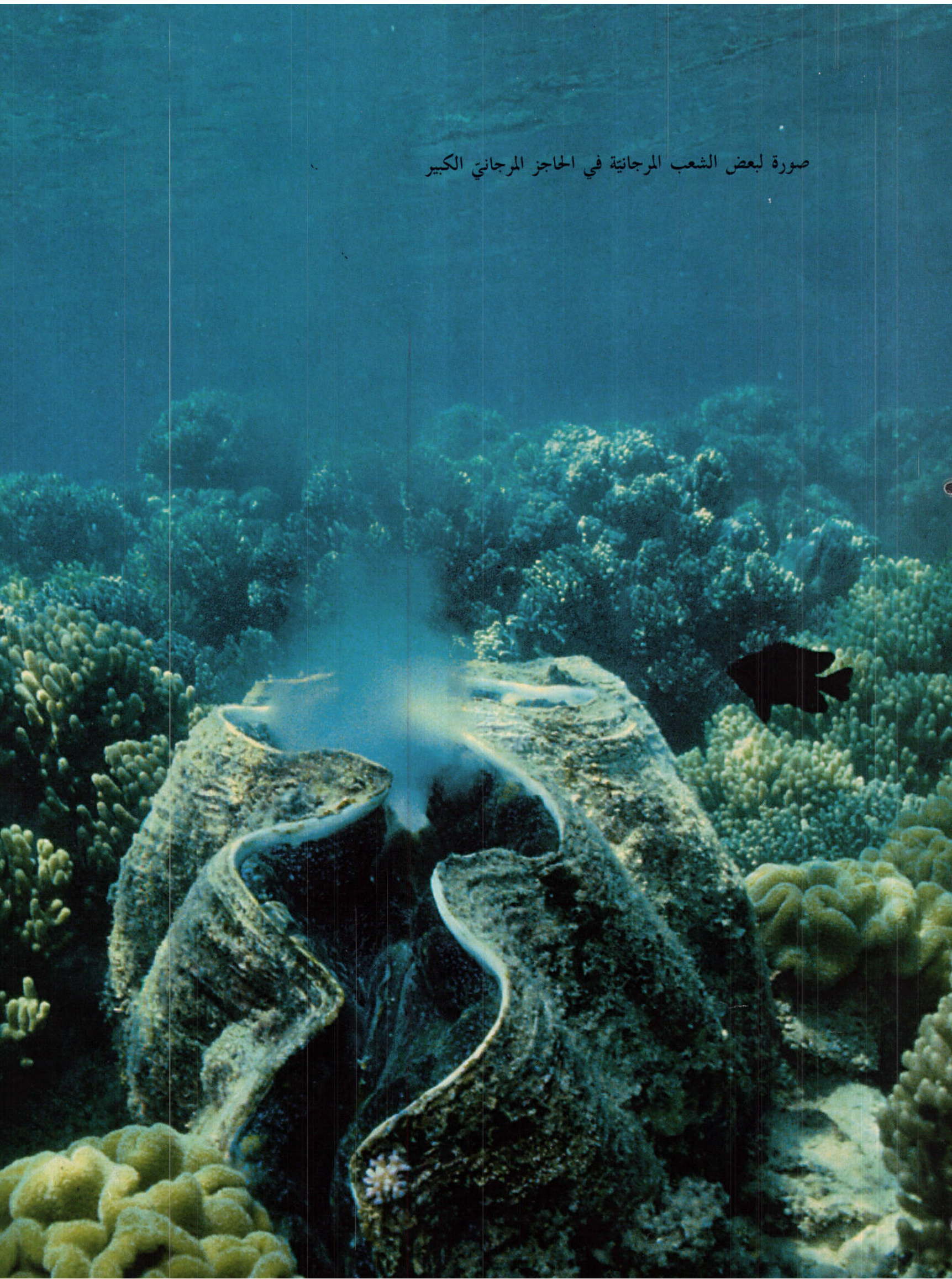
تقسيمات اوقيانيا السياسية



رحلات استكشاف المحيط الهادئ

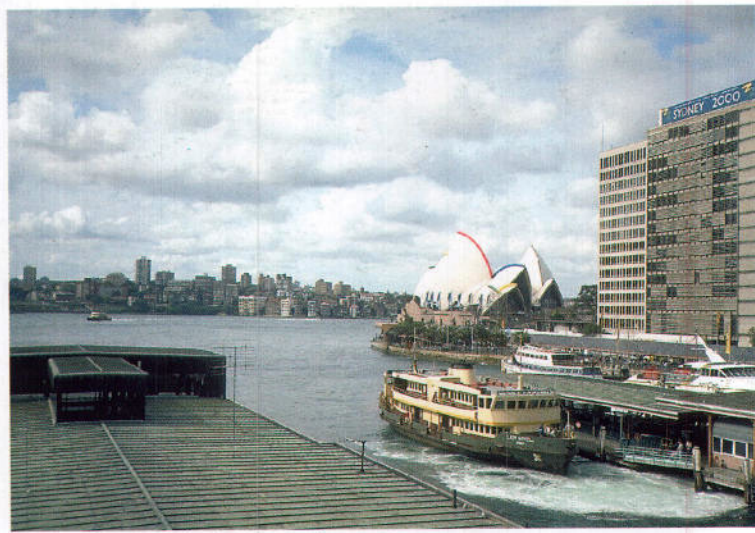


صورة لبعض الشعب المرجانية في الحاجز المرجاني الكبير



أستراليا: حيوان الكوالا





استراليا: الحركة في مرفأ سيدني.



استراليا: مركز المعارض في مدينة سيدني.



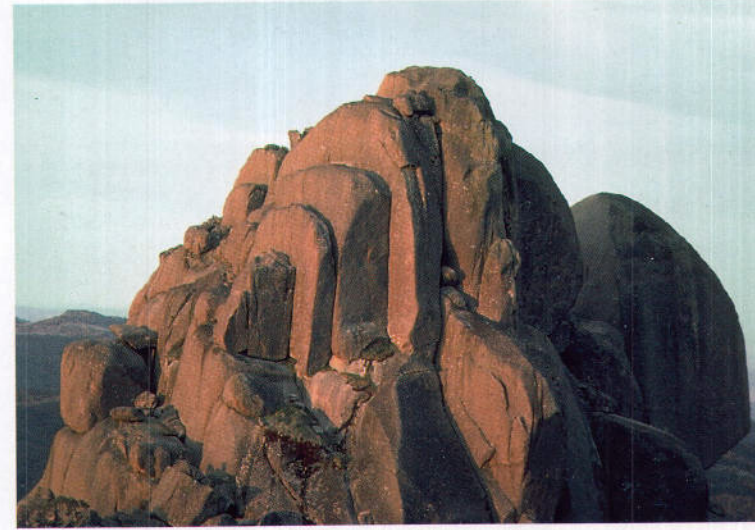
نيوزيلاندا: تجمع حيوان الفقمة قرب مدينة ويلينجتون.



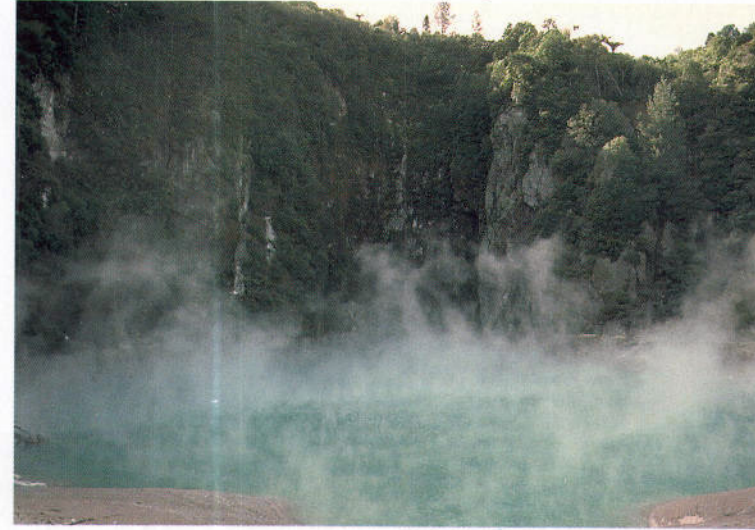
نيوزيلاندا: خليج دوفوشل في الجزيرة الجنوبية.



استراليا: مشهد لمدينة سيدني في الليل.



استراليا: جبل بافالو في ولاية فيكتوريا.



نيوزيلاندا: بحيرة تاراويرا.



نيوزيلاندا: قمة جبل ماتا.



استراليا: زوينة فوق جبال مغطاة بالثلج.



استراليا: مشهد لمناجم الفحم.



نيوزيلاندا: نهر في مدينة كوينستاون.



نيوزيلاندا: خليج ملفورد ساوند.



استراليا: زراعة الكرمة.



استراليا: الشاطئ في ولاية فيكتوريا.



نيوزيلاندا: رأس كيدنايرز.

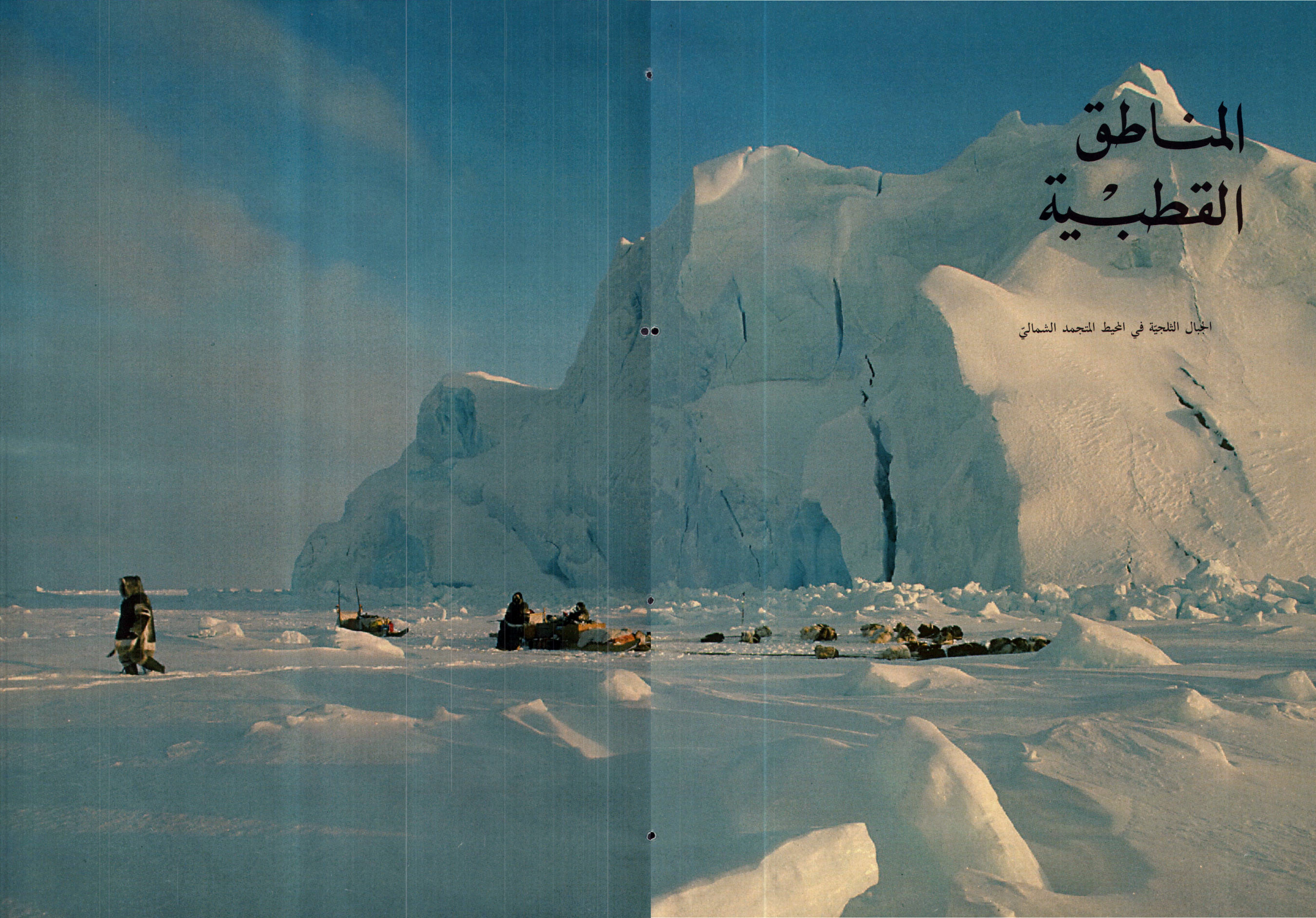


نيوزيلاندا: شاطئ بجانب رأس كيدنايرز.

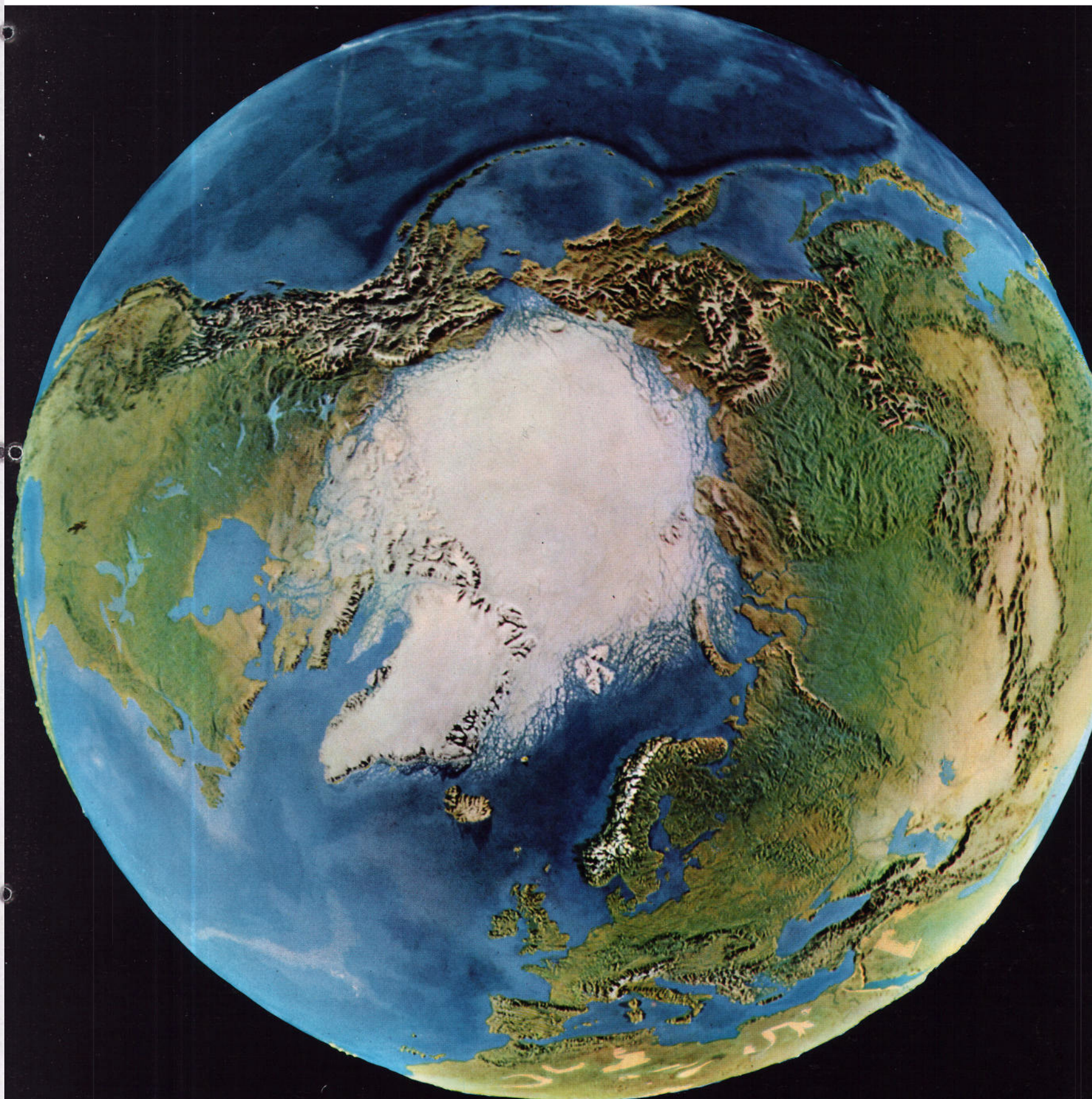


المناطق القطبية

الجبال الثلجية في المحيط المتجمد الشمالي



خريطة رقم ۵۹

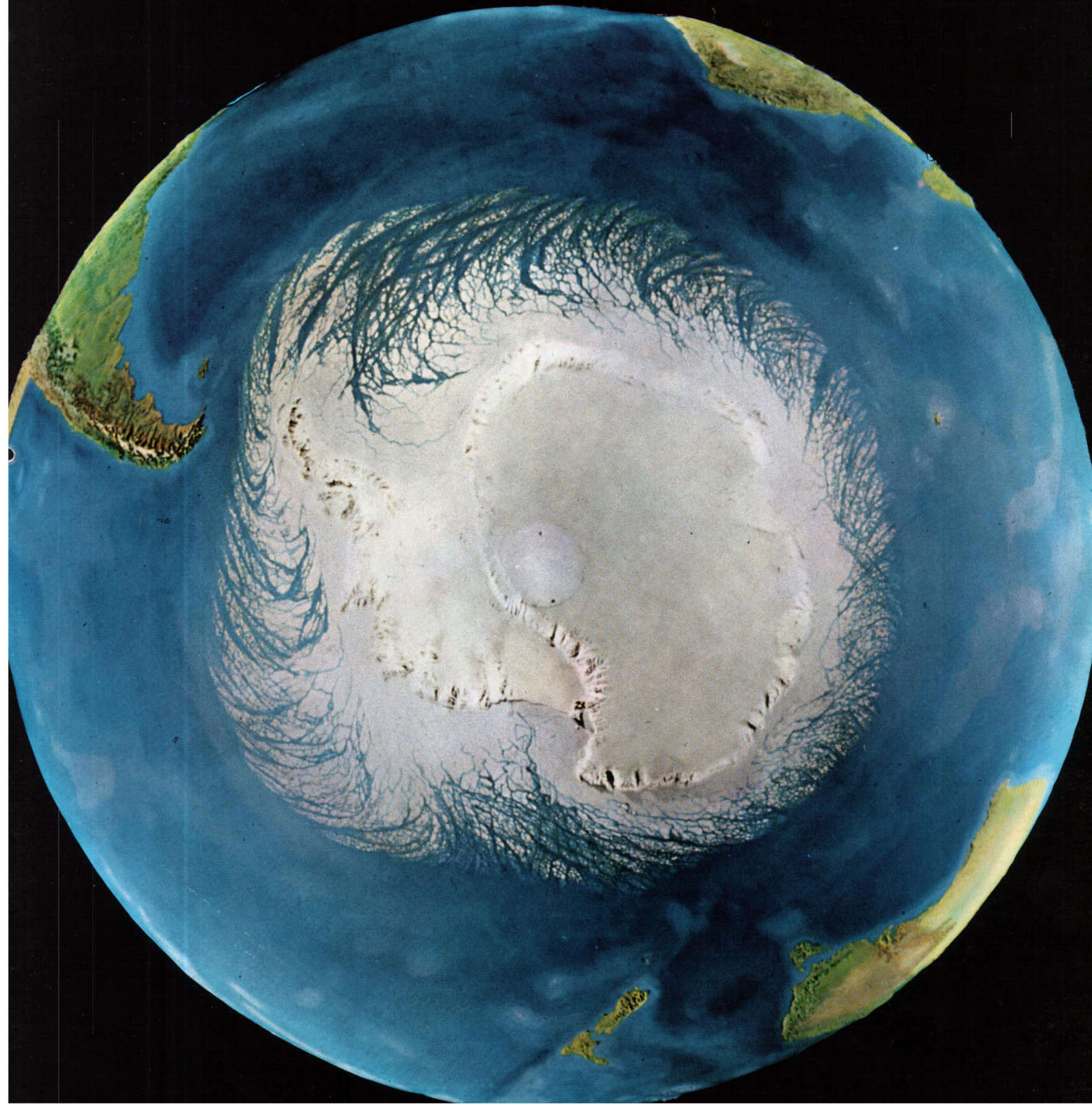


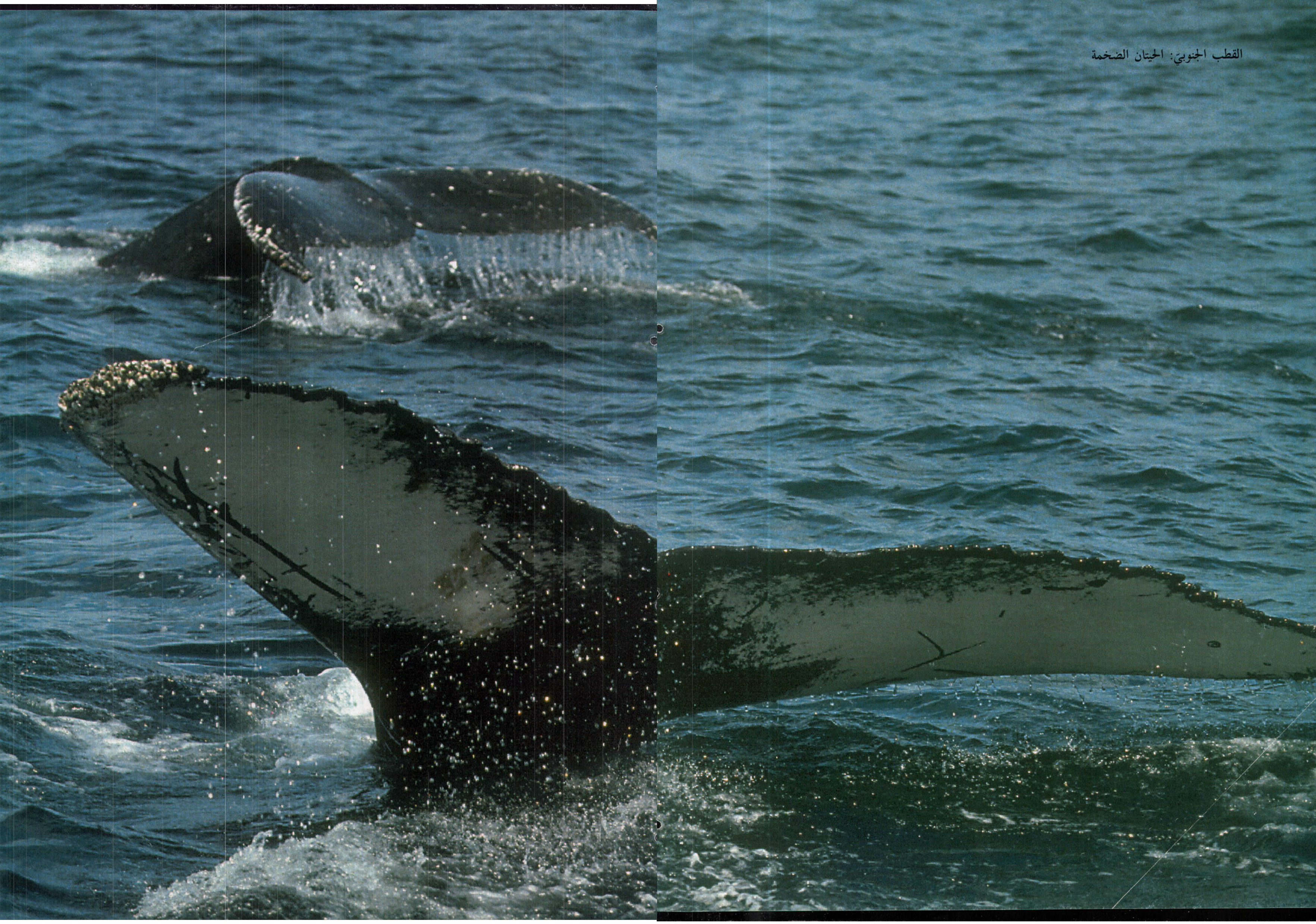
صورة للكرة الأرضية من الفضاء ثلاثية الأبعاد.

قَارَةُ الْقُطْبِ الشَّمَالِي (أُرْكْتِيكَا)

ملاحظة: لا وجود لقارة في منطقة القطب الشمالي؛ الجليد الدائم الموجود في القطب الشمالي هو في معظمه طبقة من مياه البحر المتجمدة التي تغطي المحيط.

خريطة رقم ٦٠





فهرس أسماء الدول العربية

[illegible]

[illegible]

eye

فهرس أسماء الدول الأجنبية

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible][illegible]

تشرنوفسکی ۳۵۴۲	تسوکاچ ۱۵۱۴	تیرجیویروس ۵۳۰
تشرنوفسکی ۴۲ ط ۵	تسوکاچ-قم ۶۱۵۴	تیرجیه ۲۲۲
تشرنوفسکی ۳۸ ۹	تسولا ۱۴ ۵	تیر ۴۰
تشریجوف ۲۱۴۲	تسوما ۱۶ ۱	تیرس اویوس ۵۶ ج ۴
تشریه براتیا-جر ۴۲ ۵	تسومپ ۲۴ ۲	تیرس اویوس-جر ۵۵ ۳
تشرما-ن ۱۴ ۵	تسومیرکا-جل ۴۱ ۸	تیرس بوتاسی-جر ۲۳ ۵
تشرس ۵۳۴	تسوان ۱۴ ۱	تیرس بوتاسی-جر ۵۵ ۶
تشرسکی گروموف ۴۲ ۳	تسویاما ۵۱ ۵	تیرس سیروس ۵۶ ۶
تشنا-خ ۲ ۲	تسویکان ۲۳ ۱	تیرس کاساس ۵۵ ۶
تشنا-جن ۴۳ ۳	تسیرلیج ۱۴ ۱	تیرس کوراسویس ۵۵ ۶
تشنایانیا ۳۵	تسینسپار ۱۵۴	تیرس لاویاس ۵۵ ۶
تشنرفسکا-قم ۴۱ ۶	تسینجیل ۴۱ ۴	تیرس مایاس-جر ۵۵ ۳
تشنکاجوش ۷۰۴۴	تسیرسج ۱۴ ۱	تیرس مونیس-شج ۵۶ ۶
تشنا ۲۰ ۵	تسیریهیتا-ن ۲۴ ۷	تیرسان دا کونها (برطانیای)
تشنهتام ۳۴ ۶	تسیمی ۳۱ ۹	تیر-ج ۱۹
تشنل ۴۲ ۶	تسیمی (فیدن) ۳۸ ۸	تیرسناو-ج ۲۲ ۳
تشنلار ۴۳ ۵	تسیمیسی ۳۴ ۲	تیرسل-ن ۳۷ ۶
تشنلارکوف ۴۳ ۵	تسلیفیلک ۷۰ ۱	تیرسل ۱۳ ۶
تشنلوسکی-جر ۴۳ ۲	تسل-ام-سی ۵۰ ۱	تیرسل-قم ۳۷ ۶
تشن تاتاریان-بیر-۲۰ ۷	تسلما-ن ۴۴ ۲	تیرسور ۶۱۳
تشنا ۱۴ ۱	تسله ۲۰ ۴	تیرفاندروم ۱۳ ۷
تشنشنا-جر ۵۵ ۴	تسلیمانسک-ب ۴۴ ۲-۱	تیرغیز ۲۲۸
تشنشنا آنا ۵۵ ۴	تسپویر ۲۴ ۹	تیرگیلو ۲۸ ۲
تشنشنا ۵۵ ۴	تسپوروسنک ۴۲ ۴	تیرگیلکو ۲۸ ۴
تشنش-قم ۲۷ ۳	تشناس ۴۲ ۵	تیرکازه ۲۸ ۱
تشنج شین ۱۴ ۱	تشنالیا-ب ۵۵ ۳	تیرکالا ۴۲ ۸
تشنجان ۱۴ ۱	تشنالند ۴۳ ۳	تیرکاپور ۳۸ ۹
تشنجکو ۱۴ ۱	تشنایفسک ۵۴ ۸	تیرلیو ۳۰ ۳
تشنلری ۴۲ ۸	تشنایفوک ۱۲ ۱	تیر ۲۱ ۴
تشنلری-خ ۴۱ ۸	تشنایک ۲۵ ۴	تیرج ۲۵ ۴
تشنسوکوا ۴۱ ۳	تشنایواس ۵۵ ۳	تیرادوک-جن ۳۳ ۵
تشنش ۱۴ ۵	تشناشاک ۶۲ ۱	تیرتبی-جر ۲۸ ۳
تشنشیان ۱۴ ۳	تشناجدا ۴۳ ۱	تیرتبی ای تیرس ۳۱ ۳
تشنشوان ۱۴ ۵	تشناجوروشنشا-ن ۴۳ ۰	تیرنکو مالی ۱۳ ۷
تشنو ۱۰ (۱۴-۱۵)	تشن-د ۵۵	تیرس ۲۸ ۲
تشنو ۱۲ ۳	تشنجورین ۲۰ ۸-۷	تیرتبی-جر ۵۵ ۱
تشنو-ن ۱۰ (۱۵)	تشناد-ب ۲۰ ۷	تیریداد ۴۹ ۵
تشنوان-ن ۲۲ ۳	تشناد-د ۱۹-۹	تیریداد ۵۴ ۲
تشنو ۵۰ ۴	تشناد ۵۴ ۶	تیریداد ۵۱ ۲
تشنوایو ۱۴ ۳	تشنار-ن ۴۳ ۱	تیریداد ۵۵ ۲
تشنوآسین ۱۴ ۵	تشنارنا ۲۵ ۴	تیریداد ویناوجو-د ۵۵ ۱
تشنور-ن ۲۲ ۲	تشناردجو ۴۳ ۶	تیریداده (البریل) ج ۲۳ ۱
تشنوشکوف ۴۳ ۵	تشنارژ-ن ۴۲ ۳	تیرپوریتسوی ۳۸ ۳
تشنوشین ۱۴ ۵	تشنارژ-ن ۴۲ ۵	تیروفو ۲۵ ۲
تشنوشین-قم ۲۵-زج ۷	تشنارژ-ن ۴۲ ۵	تیرس ۲۸ ۲
تشنودوف ۴۳ ۵	تشنارژ تاروز ۵۸ ۳	تیرس ۲۸ ۲
تشنورالکا ۳۲ ۳	تشناسیتی ۴۲ ۱	تیرش ۲۲ ۲
تشنورکوف ۴۲ ۳	تشناسوف ۵۴ ۱	تیرشین ۵۵ ۲
تشنورک-قم ۴۴ ۳	تشناسی ۲۵ ۵	تیرشو ۱۴ ۲
تشنورلو ۴۲ ۳	تشناسیاس ۱۴ ۲	تیرویاچ ۳۱ ۳
تشنورلو-ن ۴۱ ۷	تشناکروا-شلا-۵۵ ۳	تیرکیم-ن ۱۴ ۱
تشنوروجوا ۵۴ ۱	تشنایانیا ۵۵ ۵	تیرسان اولوم ۱۴ ۱
تشنوروم ۵۴ ۱	تشناکالی ۱۴ ۷	تیرسان سایی ۱۴ ۱
تشنور مالال ۵۴ ۵	تشنایخی ۱۴ ۵	تیرسانانا ۲۴ ۷
تشنوسویان-ن ۲۵ ۴	تشنایجین ۱۴ ۵	تیرسانانا-قم ۲۴ ۶
تشنوسوفو ۴۲ ۵	تشنایخا ۱۴ ۵	تیرساو ۲۳ ۳
تشنوشا ۱۴ ۵	تشنایقولا ۲۳ ۵	تیرسایو ۹ (ب) ۱۷
تشنوشین ۱۴ ۳	تشنایه ۱۴ ۳	تیرس سین ۱۴ ۵
تشنوا ۲۳ ۴	تشنایکانی ۵۵ ۱	تیرس ۱۰ (ج) ۱۵
تشنوشال-قم ۴۳ ۴	تشنایکانی-ن ۵۵ ۳	تیرسناغرا-بیر-۲۳ ۳
تشنوکسکی-جر ۴۳ ۳	تشنایکیری ۴۴ ۵	تیرسناور ۱۴ ۶
تشنوکونا ۲۵ ۴	تشنای-ب ۴۳ ۴	تیرس ۲۴ ۶
تشنوکی-جل ۲۱ ۵	تشناروان ۱۴ ۶	تیرساوا ۲۰ ۵
تشنوکیاچ ۱۴ ۶	تشناسی ۴۳ ۸	تیرسایس ۲۴ ۳
تشنوکیمیا ۵۵ ۵	تشرکویو ۱۴ ۳	تیرسایام-سج ۱۴ ط-۳
تشنولایفکا ۲۴ ۱	تشنارون-جن ۴۳-ج ۳-۲	تیرس-ن ۳۳ ۶
تشنولان ۴۳ ۴	تشنای شای ۲۴ ۴	تیرس-جر ۲۰ ۷
تشنولی ۴۳ ۵	تشنایفیلک ۴۳ ۴	تیرس-ج ۲۴ ۵
تشنولیم-ن ۴۳-ک ۱-۴	تشناییدک ۴۳ ۳	تیرس ۴۲ ط ۵
تشنوم تشنور ۴۴ ۴	تشناییدک ۴۳ ۳	تیرسان-ن ۴۱ ۵
تشنوم ۵۵ ۵	تشناسا-د ۵۵ ۳	تیرسکه دودیفینس ۴۲ ط ۳
تشنوما-ن ۴۳-ط ۳-۳	تشناسا-ن ۴۴ ۵	تیرکینالی ۴۴ ۵
تشنومیری ۲۳ ۳	تشناروف-ب ۴۳-ل-م ۵	تیرلین ۴۷ ۳
تشنوا-ن ۴۳-ک ۴	تشنردی ۸-ب ۳	تیرلین ۴۷ ۳
تشنویق ۱۴ ط ۵	تشنردین ۴۰۴ ۴	تیرسان-ن ۴۳-ه ۳
تشنویق کویچ ۱۶ ۳	تشرسک ۲۵۰ ۴	تیرسیتی ۴۴ ۵
تشنویق کینج ۱۴ ۴	تشرسکی-جل ۴۳-۳ ۳	تیرسینین ۵۵ ۳
تشنویجان ۱۴ ۴	تشرلش-قم ۴۷-ص-ق ۴	تیرسینی ۲۱ ۴
تشنویجو ۱۴ ۳	تشرلش-ن ۴۷-م-ن ۴	تیرسو ۱۵ ۵
تشنویجی ۱۴ ۳	تشرلش ۴۷-ل ۴	تیرسو-ن ۱۵ ۵
تشنویجی ۱۴ ۱	تشرانی-جل ۲۷ ۴	تیرسویغ ۱۴ ۵-۶
تشنوشون ۱۴ ۳	تشرنی ۴۰۴ ۸	تیرسویج ۲۵ ۴
تشنوشون (لوس تروشون)-آز-	تشرنوف-ن ۴۲-ب-ج ۱	تیرسویغ ۱۴ ۵
تشنو ۴۳-ط ۵-۵	تشرنوفو-ن ۴۳-ح-ط ۸	تیرسویغ ۱۴ ۵
تشنواریا ۴۳ ۴	تشرکاسی-ن ۴۳-ل ۱	تیرسویغ ۱۴ ۵
تشنوبا ۲۰ ۱	تشرکویو-ن ۴۱ ۳	تیرسویغ ۱۴ ۵
تشنو او-ج ۱۰ (۱۵)	تشرن ۴۰۴ ۸	تیرسویغ ۱۴ ۵
تشنایخی ۱۴ ۵	تشرنکوف ۴۰ ۴	تیرسویغ ۱۴ ۵
تشنایان-جن ۵۵ ۶	تشرنوشکا ۴۰۴ ۶	تیرسویغ ۱۴ ۵

[illegible]

[illegible]

تيسير جيول ۴۲ ۵
تيسر ۵۱ ۳
تئين ۱۴ ۵
تئين ۴۲ ۳
تئين ۴۲ طي- ۲
تئينون -۲۸ ۱
تئينون -۲۸ ۲
تغاولان ۷ ۲۰
تغرتون ۶۰ ۳
تغه ۲۵ ۲
تغه -۲۵ ۲
تغولي ۲۵ ۳
تغيي -۲۳- ۵
تغيدست -۲۰ ۵
تغيره -۲۷ ۵
تغيتون -۴۳ ۵
تگا ۵۱ ۶
تگوا ۵۸- ۱۴
تگار ۳۲۲ ۳
تگسي ۴۳ ۲
تگش ۲۸ ۱
تگکاپاگياستور ۳۸ ۱۳
تگو ۱۴ ۵
تگواکابا ۵۵ ۵
تگوتشي ۴۳ ۵
تگورف ۴۳ ۳
تگوتيل ۴۷ ۵
تگوغ -۱۰ (ح) ۱۶
تگور -جل- ۱۴ ۷
تگوراد ۴۲ ۷
تگورج ۵۷- ۶
تگور -جل- ۱۳ ۵
تگوري ۲۰ ۷
تگولاماتي -جزر مرجانيه-
۷ ۱۳
تگالي ۴۴ ۵
تگالونا ۴۷ ۵
تگالونار (دجاسي) ۱۷ ۵
تگالند -سج- ۳۸ ۸
تگالشاغ -ج- ۱۶ ۵
تگالورج ۳۳ ۳
تگالوسير -قلم- ۳۵ ۳
تگلدوي -ج- ۲۸ ۵
تگر ۱۸ ۳
تگلمقت ۲۰ ۳
تگلماس الميرا -جزر- ۲۰ ۵
تگلماس فرکلا ۴۲ ۵
تگلوک اسون ۱۱- ۳۸ ۵
تگلوکاکار ۱۰ (ح) ۱۶
تگلوکيتوغ ۲۱ ۵
تگلوککاداملا ۱۷ ۵
تگلون -ن- ۵۹ ۳
تگلياني ۴۳ ۵
تگليجون -ن- ۴۱ ۵
تگيرحيا -جل- ۲۰ ۵
تگيس بيرس -ن- ۵۵ ۵
تگيلماکک ۲۲- ۷
تگيلماکک -جل- ۲۵ ۵
تگيليل ۲۲ ۳
تگيلن ۵۱ ۵
تگيلن -ر- ۳۳ ۵
تگيلن برج -قلم- ۲۹ ۵
تگيلين -قلم- ۲۹ ۵
تگيلما ۲۲ ۳
تگيلناغي -جل- ۵۷ ۷
تگيلارو ۵۸- ۱۴
تگيلماست -بئر- ۲۰ ۵
تگيلکاس ۳۵ ۵
تگيلان -د- ۲۵- ۳۲
تگيلان -د- ۴۴- طي- ۲۱
تگيلماوي -جل- ۱۱ ۵
تگيلماوي ۷ ۵
تگيلبون ۵۸ ۸
تگيلبود ۲۳ ۵
تگيلسيرا ۲۱ ۵
تگيلسلاجي -بئر- ۲۰ ۵
تگيلسک ۴۲ ۵
تگيلسوسين -جل- ۴۱ ۸
تگيلوخيون ۴۳ ۵
تگيلودي ۲۰ ۵
تگيلور ۲۸ ۵
تگيلور -ج- ۱۷- ۷
تگيلورا ۴۱ ۳
تگيلوشفکابا ۳۴ ۳
تگيلونک ۴۱- ۶
تگيلوک ۵۵ ۵
تگيلويون -بئر- ۵۵ ۵
تگيلويلک ۱۴ ۳
تگيليسير -ر- ۲۰ ۵
تگيليش ۲۵- ۵

[illegible][illegible][illegible]

جاياك ۵۵۳۲
جاپور ۳۴۱۹
جايا ۴۲۸
جايا - خ ۵۵۳۸
جاياگان - ک ۵۵۴۳
جاسپاس ۳۳۱۹
جاسون - خ ۳۶۲۰
جاسين ۳۴
جاسپاس ۵۵۲۰
جاسپاس ۷۷۹
جاسي ۴۴۴
جاسري ۲۲
جاسين - ر ۱۷۵۴
جب - ق ۴۱۵
جبال السلسله - سلسله جال -
ج ۴۹
جبال الوسيطي - جال - ۱۴ (ج) ۹۱
جيرة معد ۲۰۱۴
جبل الاخضر - جبل - ۲۵۱۹
جبل الاخضر - جبل - ۷۹
جبل الاسود - جبل - ۶۷۴
جبل اخون - جبل - ۵۲۲۰
جبل العربي - جبل - ۳۷۰
جبل طارق - سفن - ۵۲۹
جبل طارق (م.م) ۵۳۰
جبل مارا - جبل - ۷۵۲۰
جتور ۱۳ - ه
جبدار ۵۲۱
جدلي ۲۱ - ه
جذوف (ايپولون) ۴۴
جدليشيه ۴ - ح
جدة ۱۰ - ه
جدة ۲۱ - ه
جديمري اوده - ر - ۳۷ - ف
جذوف ۵۳ - ه
جديفة ۳۰ ي
جدينيا ۱۵۴
جذر - س ۲۲۱
جريا باق - ق ۲۸۷
جريتيفي ۴۴۳
جرفسكل ۲
جراتي ۵۰
جراتشاك ۴۲ - ه
جراتشاكيا ۴۵
جراناج ۳۵۵
جراداسي ۵۵
ج رادة ۳۲۰
جراد ۲۰۳
جراديفسكل ۴۴
جرادسي ۳۸ - ۳
جراس ۳۳ - ه
جراسكوب ۲۴ - ه
جراسوي - ج ۶۲۲
جراسيا اتيوس - ر ۳۷۵
جراسيوزا - ج ۴۰
جراسيوزا - ج ۲۰
جراف - ر ۲۱
جراف ريت ۲۴۵
جرافون ۵۵
جرافيل ۳۲
جروالينا ابي تر ۷۸
جرما ۲۲ - ه
جران ابيو - جال - ۳۳ - ۳۳
جران رادفوز - ق ۲۲۷
جران سام ۲۲
جران بون - ج ۳۱
جران ويو ۲۲ - ه
جران ساسو ديفاليا - جل -
۳۲۷
جران سيسي ۲۲ - ه
جران شاكو - سن - ۵۵۳۰
جران كلر - ج ۱۸
جران الوو ۲۲
جران موران - ن - ۳۳۱
جرانا ابي ۳۸ - ۸ - ي
جرانا ۵۱ - ه
جرانادا (غرفانه) ۳۰ - ه
جرانتام ۴۹
جرانجيل ۴۹
جرانجيسبر ۳۸
جراند - ن - ۵۱
جراند ليلاند ۴۹
جراند هادام - ج ۵۱
جراند بوريي ۴۷
جراند بلك ۴۷
جراند كاشكين - ن ۴۹
جراند رانيز ۴۹
جراند فوركي ۴۹
جراند فوژر ۴۷
جراند كاينون ۵۵

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible][illegible][illegible]

[illegible]

[illegible][illegible]

کومو ۲۷۸ و ۲
کومو ب- ۲۸ و ۱
کومو ب- ۳۷ ک ۶
کومونتي (جيوپولينا) ۷۵۴۲
کومودو ج- ۱۷ ۶
کومورو ريفادالیا ۵۶ ۶
کوموراشانيا ۵۵ ۵
کوموريا ۵۰ و ۵
کومورين- ۱۸ ۷
کوموفي- ۴۱ ۶
کومو کس ۴۷ ص-ق ۱
کومورونسک ۴۴ ۴
کومونوس-جل- ۲۲ ۴
کوموه- ۱۸ ۵
کومي ۲۳ ج ۱
کومي- ۱۵ ۶
کومي-جم- ۴۳ ۳
کومي يماکي- ق- ۳۱ س
۴-۳
کومينا ۵۰ ج ۴
کوميني-جم- ۴۷ ک ۲
کوميرسي ۳۲ ج ۲
کوميا ۱۳ ا ۱
کوميلاس ۳۰ و ۲
کومينا-ن- ۵۴ ۴
کوميجن- ۳۷ ط ۴
کومينو-ج ۲۸ ج ۲
کومينو ۲۸ و ۲
کومي ۵۴ ي ۱
۲۵۸ ۲
کون ۳۴۲ ۳
کون ب- ۳۳ ۵-۴
کون بجر- ۱۶ و ۵
کون کايين ۱۶ ج ۳
کون لون- سلسله-جال- ۱۴
ک-ل-۳
کونا-ر- ۳۷ ج ۳
کوناس (کوفو) ۲۶ ک ۵
کوناش-ر- ۱۵ ۳
کوناکري ۲۲ و ۴
کوناکري ۱۹ ج ۱
کوناکرف ۴۳، ۶۵
کوناپيل ۵۸ ج ۶
کوناپولا ۵۸ ج ۵
کوناني ۵۵ ۳
کونيرون-قم- ۴۵ ج-۳
کونجورا ۲۲ ج ۳
کوناس- ۵۵ ج-۵
کونامانا ۵۵ ج ۳
کونسور ۴۴، ۲۰
کونشا ۱۲ ج ۴
کونورا ۴۴ و ۲
کونوم ۱۶ ج-۴
کونويپر- ۴۷ ص-ع ۲
کونځ ۱۶ ج ۴
کونځ ۲۲ ج ۴
کونځ شولينځ ۱۴ ۲
کونځ فلد-قم- ۲۴، ۲۰
کونځ هر ۱۴ ج ۳
کونځا کوفسکي کامين-قم-
۵۵ ۴
کونځا کوفسکي کامين-قم-
۵۴، ۵۵
کونځاما (دعا) ۲۴ ۲
کونځراد ۲۶ ۷
کونځر-ف- ۳۸ ج ۱
کونځرفيجر ۳۸ ج-ف ۶
کونځسکا ۳۸ ج ۸
کونځسپر ۳۸ ج ۷
کونځسو ۳۸ ج ۳
کونځسويلا-بجر- ۵۵ (ف)
کونځو- ۱۹ ج-۵-۶
کونځو (زالير) -د- ۱۹ ج-۴
۵-۷
کونځو (زالير) -ن- ۲۳ ج-۵-۷
۴-۲
کونځور ۱۳ ج ۲
کونځور ۱۴ ج ۱
کونځور-قم- ۳۱۴ ۳
کونځور ۴۴ ج ۱
کونځولا ۲۶ ج ۲
کونځولو ۲۳ ج ۲
کونځيس- ۱۴ ل ۲
کوندا-ن- ۵۰ ۴-۳
کوندا ۴۳، ۵۰ ط ۵
کونداکسک ۴۳، ۲
کونداور ۱۳ ج ۲
کونداين- ۵۸ ج-۵
کونداکسکوي ۴۳ ن ۳
کوندا ۲۲ ج ۲

[illegible]

کړوړا ۲۲-۴۵
 کړوس -ب- ۳۷-۶
 کړوف ۴۳-۴
 کړوف -خ- ۲۵-۸
 کړوف ۶۶-۴
 کړوفاکان (فانډور) ۴۴-۵۵
 کړوفسک ۳۴-۳
 کړوفو ۴۴-۷
 کړوفو جراد ۴۴-۴
 کړون -ن- ۳۷-۵
 کړونا ۳۸-۳
 کړوپړوي ۱۷-۵
 کړي ۲۳-۳
 کړيا -ن- ۱۳-۳
 کړيا (ويوان) ۱۴-۳
 کړياتي (جلبړت) -د- ۵۷
 ز-۵۴
 کړيت ۲۱-۶
 کړيښي ۴۴-۵
 کړيکاله ۴۴-۶
 کړيلوف ۴۳-۵
 کړي-جر- ۱۳-۵
 کړي ۲۱-۶
 کړين ۱۴-۲
 کړين -ن- ۱۴-۲
 کړينجي -ن- ۱۷-۳
 کړيڼوي ۳۸-۳
 کړيکي ۳۸-۳
 کړي -ن- ۲۳-۲
 کړ ۴۴-۶
 کړاموس -ن- ۴۱-۱۰
 کړوي (صيريه) ۲۶-۸
 کړول ۴۴-۵
 کړوليان ۴۴-۵
 کړوزو ۱۷-۲
 کړوپړ ۳۱-۳
 کړيل ۴۳-۴
 کړيل اړات ۲۴-۵
 کړيل اترک ۱۲-۴
 کړيل اړمباک -ن- ۴۴-۴
 گ-۵
 کړيل کوم -ص- ۳۳-۴
 کړيل کيا ۱۲-۳
 کړيلسکوي ۴۴-۸
 کړ-صار- ۱۲-۷
 کړسارواژ ۱۰-۱۷
 کړيل -ب- ۳۳-۴
 کړيساڼياڼو ۴۴-۵
 کړيساڼاڼي ۲۳-۵
 کړيست فيلډ -ن- ۳۷-۲
 کړيسالم ۴۳-۴
 کړيستجا ۲۳-۲
 کړيستنه -ن- ۳۸-۲
 کړيسکا -ج- ۴۳-۴
 کړيسلوفدسک ۴۴-۱۷
 کړيسوم ۲۳-۴
 کړيسويړ ۲۳-۴
 کړيسي ۲۳-۴
 کړيسي نامنام ۲۱-۲
 کړيسا ۵۵-۴
 کړيسيزوي ۱۵-۲
 کړيسجو ۲۲-۴
 کړيسجوجو ۲۲-۴
 کړيسمايو ۱۹-۶
 کړيسين ۱۴-۳
 کړيش -ن- ۱۲-۶
 کړيش -ج- ۱۲-۷
 کړيشکفا ۴۳-۴
 کړيشتم ۴۴-۷
 کړيشکوفپهجاوز ۴۴-۴
 کړيشکولوش ۴۴-۴
 کړيشودا ۵۵-۲
 کړيشي کړي-ن- ۲۰-۶
 کړيشکيا -ن- ۴۷-۴
 کړيشيف ۴۴-۴
 کړيا ۴۳-۵
 کړيا ۲۰-۴
 کيفاسو ۲۲-۴
 کيفالي -ز- ۴۱
 کيفالوک ۳۸-۱۲
 کيفو -ب- ۲۳-۳
 کيفي ۲۲-۴
 کيفي -ب- ۳۷-۵
 کيفيجن ۴۴-۲
 کيفيسا ۴۲-۸
 کيلک ۱۲-۴
 کيلکا ۴۴-۵
 کيلکو ۴۴-۱۶
 کيلکيت ۳۳-۴
 کيلکور ۴۴-۶
 کيلکودنا ۴۴-۲
 کيلکندا ۴۴-۲
 کيلکندا ۴۴-۲

[illegible][illegible]

[illegible][illegible][illegible]

لوزو	۳۵۲۲	ریفر - ۲۲	۳۵۲۲
لوزو	۳۵۲۳	۲۴ - ۲۴	۳۵۲۳
لوزو	۳۵۲۴	۲۵ - ۲۵	۳۵۲۴
لوزو	۳۵۲۵	۲۶ - ۲۶	۳۵۲۵
لوزو	۳۵۲۶	۲۷ - ۲۷	۳۵۲۶
لوزو	۳۵۲۷	۲۸ - ۲۸	۳۵۲۷
لوزو	۳۵۲۸	۲۹ - ۲۹	۳۵۲۸
لوزو	۳۵۲۹	۳۰ - ۳۰	۳۵۲۹
لوزو	۳۵۳۰	۳۱ - ۳۱	۳۵۳۰
لوزو	۳۵۳۱	۳۲ - ۳۲	۳۵۳۱
لوزو	۳۵۳۲	۳۳ - ۳۳	۳۵۳۲
لوزو	۳۵۳۳	۳۴ - ۳۴	۳۵۳۳
لوزو	۳۵۳۴	۳۵ - ۳۵	۳۵۳۴
لوزو	۳۵۳۵	۳۶ - ۳۶	۳۵۳۵
لوزو	۳۵۳۶	۳۷ - ۳۷	۳۵۳۶
لوزو	۳۵۳۷	۳۸ - ۳۸	۳۵۳۷
لوزو	۳۵۳۸	۳۹ - ۳۹	۳۵۳۸
لوزو	۳۵۳۹	۴۰ - ۴۰	۳۵۳۹
لوزو	۳۵۴۰	۴۱ - ۴۱	۳۵۴۰
لوزو	۳۵۴۱	۴۲ - ۴۲	۳۵۴۱
لوزو	۳۵۴۲	۴۳ - ۴۳	۳۵۴۲
لوزو	۳۵۴۳	۴۴ - ۴۴	۳۵۴۳
لوزو	۳۵۴۴	۴۵ - ۴۵	۳۵۴۴
لوزو	۳۵۴۵	۴۶ - ۴۶	۳۵۴۵
لوزو	۳۵۴۶	۴۷ - ۴۷	۳۵۴۶
لوزو	۳۵۴۷	۴۸ - ۴۸	۳۵۴۷
لوزو	۳۵۴۸	۴۹ - ۴۹	۳۵۴۸
لوزو	۳۵۴۹	۵۰ - ۵۰	۳۵۴۹
لوزو	۳۵۵۰	۵۱ - ۵۱	۳۵۵۰
لوزو	۳۵۵۱	۵۲ - ۵۲	۳۵۵۱
لوزو	۳۵۵۲	۵۳ - ۵۳	۳۵۵۲
لوزو	۳۵۵۳	۵۴ - ۵۴	۳۵۵۳
لوزو	۳۵۵۴	۵۵ - ۵۵	۳۵۵۴
لوزو	۳۵۵۵	۵۶ - ۵۶	۳۵۵۵
لوزو	۳۵۵۶	۵۷ - ۵۷	۳۵۵۶
لوزو	۳۵۵۷	۵۸ - ۵۸	۳۵۵۷
لوزو	۳۵۵۸	۵۹ - ۵۹	۳۵۵۸
لوزو	۳۵۵۹	۶۰ - ۶۰	۳۵۵۹
لوزو	۳۵۶۰	۶۱ - ۶۱	۳۵۶۰
لوزو	۳۵۶۱	۶۲ - ۶۲	۳۵۶۱
لوزو	۳۵۶۲	۶۳ - ۶۳	۳۵۶۲
لوزو	۳۵۶۳	۶۴ - ۶۴	۳۵۶۳
لوزو	۳۵۶۴	۶۵ - ۶۵	۳۵۶۴
لوزو	۳۵۶۵	۶۶ - ۶۶	۳۵۶۵
لوزو	۳۵۶۶	۶۷ - ۶۷	۳۵۶۶
لوزو	۳۵۶۷	۶۸ - ۶۸	۳۵۶۷
لوزو	۳۵۶۸	۶۹ - ۶۹	۳۵۶۸
لوزو	۳۵۶۹	۷۰ - ۷۰	۳۵۶۹
لوزو	۳۵۷۰	۷۱ - ۷۱	۳۵۷۰
لوزو	۳۵۷۱	۷۲ - ۷۲	۳۵۷۱
لوزو	۳۵۷۲	۷۳ - ۷۳	۳۵۷۲
لوزو	۳۵۷۳	۷۴ - ۷۴	۳۵۷۳
لوزو	۳۵۷۴	۷۵ - ۷۵	۳۵۷۴
لوزو	۳۵۷۵	۷۶ - ۷۶	۳۵۷۵
لوزو	۳۵۷۶	۷۷ - ۷۷	۳۵۷۶
لوزو	۳۵۷۷	۷۸ - ۷۸	۳۵۷۷
لوزو	۳۵۷۸	۷۹ - ۷۹	۳۵۷۸
لوزو	۳۵۷۹	۸۰ - ۸۰	۳۵۷۹
لوزو	۳۵۸۰	۸۱ - ۸۱	۳۵۸۰
لوزو	۳۵۸۱	۸۲ - ۸۲	۳۵۸۱
لوزو	۳۵۸۲	۸۳ - ۸۳	۳۵۸۲
لوزو	۳۵۸۳	۸۴ - ۸۴	۳۵۸۳
لوزو	۳۵۸۴	۸۵ - ۸۵	۳۵۸۴
لوزو	۳۵۸۵	۸۶ - ۸۶	۳۵۸۵
لوزو	۳۵۸۶	۸۷ - ۸۷	۳۵۸۶
لوزو	۳۵۸۷	۸۸ - ۸۸	۳۵۸۷
لوزو	۳۵۸۸	۸۹ - ۸۹	۳۵۸۸
لوزو	۳۵۸۹	۹۰ - ۹۰	۳۵۸۹
لوزو	۳۵۹۰	۹۱ - ۹۱	۳۵۹۰
لوزو	۳۵۹۱	۹۲ - ۹۲	۳۵۹۱
لوزو	۳۵۹۲	۹۳ - ۹۳	۳۵۹۲
لوزو	۳۵۹۳	۹۴ - ۹۴	۳۵۹۳
لوزو	۳۵۹۴	۹۵ - ۹۵	۳۵۹۴
لوزو	۳۵۹۵	۹۶ - ۹۶	۳۵۹۵
لوزو	۳۵۹۶	۹۷ - ۹۷	۳۵۹۶
لوزو	۳۵۹۷	۹۸ - ۹۸	۳۵۹۷
لوزو	۳۵۹۸	۹۹ - ۹۹	۳۵۹۸
لوزو	۳۵۹۹	۱۰۰ - ۱۰۰	۳۵۹۹

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

۵۲	۵۲	لبن سب -
۵۳	۵۳	لبنجین - جل - ۷۷
۵۴	۵۴	لبنجین - ۴۱
۵۵	۵۵	لبنجین - ۳۲
۵۶	۵۶	لبنجین - ۳۱
۵۷	۵۷	لبنجین - ۳۰
۵۸	۵۸	لبنجین - ۲۹
۵۹	۵۹	لبنجین - ۲۸
۶۰	۶۰	لبنجین - ۲۷
۶۱	۶۱	لبنجین - ۲۶
۶۲	۶۲	لبنجین - ۲۵
۶۳	۶۳	لبنجین - ۲۴
۶۴	۶۴	لبنجین - ۲۳
۶۵	۶۵	لبنجین - ۲۲
۶۶	۶۶	لبنجین - ۲۱
۶۷	۶۷	لبنجین - ۲۰
۶۸	۶۸	لبنجین - ۱۹
۶۹	۶۹	لبنجین - ۱۸
۷۰	۷۰	لبنجین - ۱۷
۷۱	۷۱	لبنجین - ۱۶
۷۲	۷۲	لبنجین - ۱۵
۷۳	۷۳	لبنجین - ۱۴
۷۴	۷۴	لبنجین - ۱۳
۷۵	۷۵	لبنجین - ۱۲
۷۶	۷۶	لبنجین - ۱۱
۷۷	۷۷	لبنجین - ۱۰
۷۸	۷۸	لبنجین - ۹
۷۹	۷۹	لبنجین - ۸
۸۰	۸۰	لبنجین - ۷
۸۱	۸۱	لبنجین - ۶
۸۲	۸۲	لبنجین - ۵
۸۳	۸۳	لبنجین - ۴
۸۴	۸۴	لبنجین - ۳
۸۵	۸۵	لبنجین - ۲
۸۶	۸۶	لبنجین - ۱
۸۷	۸۷	لبنجین - ۰
۸۸	۸۸	لبنجین - ۰
۸۹	۸۹	لبنجین - ۰
۹۰	۹۰	لبنجین - ۰
۹۱	۹۱	لبنجین - ۰
۹۲	۹۲	لبنجین - ۰
۹۳	۹۳	لبنجین - ۰
۹۴	۹۴	لبنجین - ۰
۹۵	۹۵	لبنجین - ۰
۹۶	۹۶	لبنجین - ۰
۹۷	۹۷	لبنجین - ۰
۹۸	۹۸	لبنجین - ۰
۹۹	۹۹	لبنجین - ۰
۱۰۰	۱۰۰	لبنجین - ۰

[illegible][illegible][illegible]

مارکوس - ج ۵۷ - ۲ ک
مارکوفسک ۴۴، ۱ ک
مارکیت ۴۹ ج ۳
مارک ۳۳ ۱
مارکسیانو ۵۲ ج ۳
مارکورو ۵۲ ج ۴
مارکورو ۵۸ ج ۴
مارماتیکو - ج ۳۸ - ۲ م
مارمزا ۴۲ ج ۷
مارمزا - ج ۷ - ۷ ج
مارمزا ۴۲ ج ۹
مارمیکا - ج ۱۹ - ۲ د
مارمیکا - ج ۲۰ - ۳ د
مارمنا ۳۳ ج ۴
مارمولادا - ج ۲۷ - ۱ ه
مارمور - ج ۲۹ - ۵ د
مارن - ج ۳۱ - ۲ ب
مارن - ج ۳۱ - ۳ ج
مارن ۵۰ ط ۲
ماره - ج ۵۷ - ۷ ی
ماره - شنب - مرجانی - ج ۵۷
ماروا ۲۰ و ۷
ماروا ۵۵ ج ۳
ماروا ۱۳ ج ۳
مارواتسوتا ۲۴ ج ۷
مارو ۵۵ ج ۵
مارو ۲۴ ج ۵
مارو - ج ۲۹ - ۵ د
ماروتیریا - ج ۵۷ - ۷ ه
مارو ۱۷ ج ۴
مارو ۱۷ ج ۵
ماروفوای ۲۴ ج ۷
ماروگو - ج ۵۷ - ۶ ه
ماروگور - ج ۳۰ و ۵
مارولامبو ۴۸ ج ۸
مارولاندیا ۶ ج ۲
مارون دین مارفورتزا ۳۰ و ۵
مارونی - ج ۵۴ - ۲ ب
مارویج ۵۵ ج ۵
ماري ۴۳ ن ۵
ماري - ق - ۴۸ ج ۴
ماري جاناک (فرنسا) - ج - ۳
ماريا ۵۱ ج ۳
ماريا نیا (طال) - ج ۵۷ - ۷ و
ماريا قال دین - ج ۵۷ - ۱۸ و
مارياتو - ج ۵۱ - ۷ و
مارياجر - ج ۲۸ - ۸ ف
مارياسوله ۴۳ ج ۵
مارياجر - ج ۲۰ - ۳ ل
ماريانا ۵۱ ج ۲
ماريا ۵۵ ج ۴
ماريا ۵۵ ج ۳
ماريو ۳۷ ج ۴
ماريور ۴۲ ط ۵
ماريور ۵۸ ج ۵
ماريضا - ج ۴۱ - ۷ ج
ماريتوبو - ج ۲۸ - ۲ م
ماریفقال ۵۴ ج ۵
ماريساند ۳۸ ج ۷
ماريشال دودورو ۵۵ ج ۳
ماريشيل ۲۱ ج ۵
ماريپا ۵۵ ج ۵
ماريچا - ج ۲۷ - ۳ ه
ماريچا - ج ۲۴ - ۳ ج
ماريچا - ج ۲۲ - ۲ ه
ماريچان ۳۸ ج ۶
ماريون ۴۹ ج ۵
ماريون - شعب - مرجانی - ۵۸ ج ۳
ماريتا ۴۹ ج ۵
ماريشيل ۴۳ ج ۴
ماريلو کا ۴۴ ج ۵
ماراتلان ۳۰ و ۵
مارازا دین قالی ۲۸ ج ۶
مارازا - کانت - ۱۴ ج ۳
مارايي ۴۴ ج ۵
ماران ۵۵ ج ۵
مارداک - قفم - ۴۱ ک ۳
مار ۲۰ ج ۳
ماروري - ج ۵۵ - ۵ ک
ماروریا - سن - ۴۰ ج ۵
ماروین - ق - ۴۰ ج ۵
ماروي ۴۲ ج ۴
ماروزن - ج ۴۴ - ۲ م
ماريبي ۲۷ ج ۸
ماس الفیرا - ج ۵۲ - ۷ و
ماسا ۲۸ ج ۵
ماس کوری ۲۰ ج ۷
ماسوزن ۳۰ ج ۵

[illegible]

۵۰۲۴	
۳۸	مالیاتی-ج-
۳۷	مالیاتی-ج-
۳۶	مالیاتی-ج-
۳۵	مالیاتی-ج-
۳۴	مالیاتی-ج-
۳۳	مالیاتی-ج-
۳۲	مالیاتی-ج-
۳۱	مالیاتی-ج-
۳۰	مالیاتی-ج-
۲۹	مالیاتی-ج-
۲۸	مالیاتی-ج-
۲۷	مالیاتی-ج-
۲۶	مالیاتی-ج-
۲۵	مالیاتی-ج-
۲۴	مالیاتی-ج-
۲۳	مالیاتی-ج-
۲۲	مالیاتی-ج-
۲۱	مالیاتی-ج-
۲۰	مالیاتی-ج-
۱۹	مالیاتی-ج-
۱۸	مالیاتی-ج-
۱۷	مالیاتی-ج-
۱۶	مالیاتی-ج-
۱۵	مالیاتی-ج-
۱۴	مالیاتی-ج-
۱۳	مالیاتی-ج-
۱۲	مالیاتی-ج-
۱۱	مالیاتی-ج-
۱۰	مالیاتی-ج-
۹	مالیاتی-ج-
۸	مالیاتی-ج-
۷	مالیاتی-ج-
۶	مالیاتی-ج-
۵	مالیاتی-ج-
۴	مالیاتی-ج-
۳	مالیاتی-ج-
۲	مالیاتی-ج-
۱	مالیاتی-ج-

[illegible]

[illegible][illegible]

شرح علمي للمصطلحات الجغرافية

فج: الطريق الواسع الواضح بين جبلين، أو الممر، وادي - عربي
 فرع: ذراع في البحر، لسان في البحر - عربي
 فوم: ممر، وادي - عربي
 فيود: مجرى ماء بين جبلين - اسكندنافي

قارة، قارات، قارت: تل، جبل، قمة، جبل قليل
الارتفاع - عربي
قاط: مرقناة - عربي
قاف: جبل، تلة، قمة - عربي
قالب: بئر، بركة من مياه الأمطار
قاله: بلدة محصنة - فارسي
قرعة: قناة - عربي
قرن: تلة جبل، قمة - عربي
قصبه: حصن - عربي
قلبان: بئر - عربي
قلت: بئر - عربي
قناطر: سد - عربي
قوز: تلة رملية، كتيب - عربي

کاژا: قضاء - ترکی
 کافیر: مستنقع مالح - فارسی
 کال: مجری ماء - فارسی
 کر میزی: احمر - ترکی
 کف: جبل، تله، قمه - عربی
 کوپرو: جسر - ترکی
 کورفیز: خلیج - ترکی
 کوہ: جبل، تله، مرتفع، قمه - فارسی
 کوی: خلیج - ترکی
 کیزل: احمر - ترکی
 کیل: حصن - ترکی

لوا: وحدة إدارية - عربي
مجاز: ممر - عربي
مرج: الأرض الواسعة فيها نبت كثير - عربي
موسى: محل رسو السفن - عربي
موقب: نلة، كثيب - عربي
مشاش: بئر - عربي
مصرف: قناة تصريف المياه من أرض رطبة - عربي
معتن: بئر، أيار - عربي
ملاحه، ملحاح: مجرى ماء صالح - عربي
ملحة: مجرى ماء صالح - عربي
ميدان: ساحة، سهل - عربي، فارسي، تركي

نامگزار: مجرى ماء مالح، بحيرة مالحة - فا
نصب، نصبة، نصيب: تل، جبل - عربي
نفود: منطقة مال، تلال رملية، صحراء،
رملية - عربي
نقب: ممر بين الجبال - عربي
نمجازيره: شبه جزيرة - فارسي
نمك: مالح، ملح - فارسي
نُهَير: مجرى ماء - تركي

هاليس: خليج - تركي
 هوز: بحيرة مالحة، مصب نهري منخفض -
 هويوك: جبل، تلة - عربي
 هيزار: حصن - تركي - فارسي
 يايلا، يايلاسي: هضبة - تركي
 ييرعادا: شبه جزيرة - تركي
 يسيل: أخضر - تركي
 يوكارى: عالي، الأعلى - تركي
 يول: طريق - تركي

ساري: اصفر - تركي
سازليك: مستنقع - تركي
سبخه، سبجه، سبكره: بحيرة مالحة، مستنقع مالح
- عربي
سرد: بارد - فارسي
سرين: صحراء حصياء - عربي
سوكور: منخفض - تركي
سيفتليك: مزرعة - تركي
سيل: وادي، مجرى مياه، ممر - عربي
سينوب، سينوب: جنوبي، جنوب - تركي
سيهير: مدينة، بلدة - تركي

شاعب: منخفض - عربي
 شاه: بئر، نبع - فارسي
 شر: وادي - عربي
 شرم: ميناء، وادي، خليج - عربي
 شط: نهر، مجرى ماء، بحيرة مالحة - عربي
 شعب: حشفة، وادي، بحيرة، بحر قليل العمق،
 عربي
 شق: وادي - عربي
 شور: نهر مالح - فارسي

صفرة: صحراء - عربي
صيح: وادي - عربي
ضهرة، ضهرات: جبل، تلة، تلال - عربي

طاسيلي: هضبة - بربر
طاميلات: من الطَّمَل أي الماء الكدر، أو من الطمِيل
ماء الحمأة، وهنا تعني بركة من مياه الأمطار، بئر -
عربي
طرف: تلة، حفة - عربي
طوال: تلة - عربي
طور: تلة - عربي
طويل: تلة - عربي

ظهر، ظهرة، ظهرات: تلة، هضبة، جبل - عربي

عدد: بئر - عربي
 عرف: ثلة، جبل، حشفة - عربي
 عرق: كتيب - عربي
 عرق: كتابان رملية - عربي
 عروق: كتيب - عربي
 عزب: مزارع - عربي
 عزبة: مزرعة - عربي
 عظمور: هضبة رملية - عربي
 عقبة، عقبات: ممر، طريق صعب في أعلى الجبل - عربي

عقلاّت، اوقلاّت: بئر، عين - عربي
علم، علامات: جبل، تل، تلة صخرية - عربي
علم، علامات: جبل، تلة، ركام أحجار - عربي
عوينات: بئر - عربي
عيون: بئر - عربي

غبة، غبات: خليج صغير - عربي
غراق، غراقات: بحيرة - عربي
غرود: تلال رملية، كئيبان - عربي
غور: ارض منخفضة
غود: كئيب، تل رمال - عربي

فاسح: کبیر، عریض - عربی
فایده: وادی - عربی

چاره، چاره: تله - عربي
جبر: بثر - عربي
جواره: وادي، منحدر - بربر
چرب: العرب - تركي
چربي: غربي - تركي
جزاير: جزر - عربي
جزور: جزر - عربي
چودار: ممر - فارسي
چوك: آزرق - تركي
چول: بحيرة صغيرة - تركي
چول: بحيرة - تركي
چونيه: جنوب - تركي
چيسيت: ممر، جبل - تركي

حارة، حارات: ارض صحراوية مشققة بسبب
براكين قديمة - عربي
حاسي: بئر - عربي
خافير: بئر، خزان - عربي
خاووز: بركة - تركي
حد: حشفة - عربي
حدبة، حدبات، حضبة، حضبات: جبل، تلة،
هضبة، عربي
حزم: تلة، حشفة - عربي
حمادة: هضبة صخرية - عربي
حمام: نبع، مياه معدنية ساخنة - عربي
حيرات: بحيرة، بحيرة الى جانب الشاطئ - عربي

خب: ثلة، كتاب، سهل، مُنَحَفَضٌ - عربي
خبرة، خبرات: بئر، بركة من مياه الأمطار - عربي
خمر: وادي - عربي
خربة، خربات: أطلال - عربي
خرم: ثلة - عربي
خشك: صغير - فارسي
خشم: جبل، ثلة، قمة - عربي
خور: خليج صغير، عربي، فارسي

داچ: داچلار: جبل، جبال - ترکی
 دایا: منخفض صحراوي صغیر - عربي
 دارياسه: بحيرة - فارسي
 داست: سهل، صحراء - فارسي
 داغ: جبل - ترکی
 دایا: منخفض صحراوي صغیر - عربي
 دجبل: جبل: تلة، هضبة، مرتفع - عربي
 دوحة: دوحات: خليج صغیر - عربي
 ده: بلدة - فارسي
 دهل: مستنقع - عربي
 دوچو: جنوبي - ترکی
 دوحه، دوحات: خليج صغیر - عربي
 دیر: وادي - ترکی

واحد: مستنقع، بحيرة - عربي
 رچ: كتيب - عربي
 رجل: وادي - عربي
 رجم: تلة - عربي
 رجوم: تلة - عربي
 رملة، رملات: كتيب، تلال رملية - عربي
 رميل: كتيب - عربي
 رؤوس: تلة، تلة مستطيلة على شفير شبر - عربي
 رياح: قناة - عربي

زرد: اصفر، ذهبي - فارسي
سات: هضبة، تلة - عربي

آب: عين، بئر، بحيرة، مياه، تركي
ابات: بلدة - تركي
آباد: مدينة - فارسي، داري، بوشتون، اوردو،
هندي
آبرق: تلة - عربي
اچويلت: بئر - بربر (الصحراء الغربية)
ادرار: جبل، تلة - بربر
ادهان: كتيب - بربر
ايدان: كتيب، كئبان في الصحراء - بربر
ارچ: صحراء رملية، كئبان رملية - عربي
اساچي: منخفض - تركي
اسكي: قديم - تركي
أصيف: نهر - بربر
ام: عين - عربي
انو: بئر - بربر
اهلي: جبل - بربر
أهي: جبل - بربر
اوياد: بلدة - تركي
أوچويلت: بئر - بربر
اوچييلت: بئر - بربر
اورتا: الاوسط - تركي
اويستان: مركز اداري - فارسي
اوقا: سهل، ممر مائي - تركي
اوييد: وادي - عربي
أويدي: وادي، مجرى نهر يابس - عربي مالي
ايرماك: مجرى ماء - تركي
اينيدي: وادي - بربر
اينيري: وادي - بربر

باب: ممر ضيق، ممر جبلي - عربي
 باثا: سهل - عربي
 باتي: غربي - تركي
 باطن، بطن: منخفض - عربي
 بالا: عالي، الأعلى - فارسي
 باير: تلة - تركي
 بحري: شمالي - عربي
 برج، بردج: قلعة - عربي
 بوزاش، بوزاف: برزخ، ارض مستطيلة ضيقة، تصل
 بين قطعتي ارض شاسعتين، عربي، تركي
 برق: تلة، حشفة - عربي
 برك: بحيرة - عربي
 بل: ممر جبلي - تركي
 بندر: مرفأ، خليج، فارسي - عربي
 بو: أب - عربي
 پور: مرفأ - عربي
 بورون: رأس - تركي
 بوز: رأس - عربي
 بوزورچ: كبير، عريض - فارسي
 بويوك: كبير، عريض - تركي
 بياز: أبيض - تركي
 بيضا: سهب، فيفاء - عربي
 بيعار: ييار - عربي

تاجه: قنّاق، مضيق، قناة - فارسي
 ترعة، ترعات: قناة للري - عربي
 تلماس: بئر - عربي
 تلمك: ملح، مالح - فارسي
 تمد: بئر - عربي
 تميد: بئر - عربي
 تميز: هضبة رمليّة - بربر
 تپ: جبل - تركي
 چاردانه: ممر - فارسي